

RASTERUNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE VERBESSERUNG
GEREINIGTER DIÄTEN FÜR FORELLEN
(*Salmo gairdneri*)

Martin Reiter

Das
Münchener
Institut

Aus dem Institut für
Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungs-
physiologie der Tierärztlichen Fakultät der
Universität München

Geschäftsführender Vorstand: Prof. Dr. H. Zucker

Angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. J. Gropp

Rasteruntersuchungen über die Verbesserung
gereinigter Diäten für Forellen
(*Salmo gairdneri*)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Martin Reiter
aus
Grafenwöhr

München 1984

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. W. Leidl

Referent: Prof. Dr. J. Gropp

Korreferent: Prof. Dr. Dr. habil. R. Hoffmann

Tag der Promotion: 27. Juli 1984

MEINEN ELTERN

1. Einleitung	1
2. Die Eltern	2
3. Die Kindheit	3
4. Die Jugend	4
5. Die Ehe	5
6. Die Kinder	6
7. Die Eltern	7
8. Die Kindheit	8
9. Die Jugend	9
10. Die Ehe	10
11. Die Kinder	11
12. Die Eltern	12
13. Die Kindheit	13
14. Die Jugend	14
15. Die Ehe	15
16. Die Kinder	16
17. Die Eltern	17
18. Die Kindheit	18
19. Die Jugend	19
20. Die Ehe	20
21. Die Kinder	21
22. Die Eltern	22
23. Die Kindheit	23
24. Die Jugend	24
25. Die Ehe	25
26. Die Kinder	26
27. Die Eltern	27
28. Die Kindheit	28
29. Die Jugend	29
30. Die Ehe	30
31. Die Kinder	31
32. Die Eltern	32
33. Die Kindheit	33
34. Die Jugend	34
35. Die Ehe	35
36. Die Kinder	36
37. Die Eltern	37
38. Die Kindheit	38
39. Die Jugend	39
40. Die Ehe	40
41. Die Kinder	41
42. Die Eltern	42
43. Die Kindheit	43
44. Die Jugend	44
45. Die Ehe	45
46. Die Kinder	46
47. Die Eltern	47
48. Die Kindheit	48
49. Die Jugend	49
50. Die Ehe	50
51. Die Kinder	51
52. Die Eltern	52
53. Die Kindheit	53
54. Die Jugend	54
55. Die Ehe	55
56. Die Kinder	56
57. Die Eltern	57
58. Die Kindheit	58
59. Die Jugend	59
60. Die Ehe	60
61. Die Kinder	61
62. Die Eltern	62
63. Die Kindheit	63
64. Die Jugend	64
65. Die Ehe	65
66. Die Kinder	66
67. Die Eltern	67
68. Die Kindheit	68
69. Die Jugend	69
70. Die Ehe	70
71. Die Kinder	71
72. Die Eltern	72
73. Die Kindheit	73
74. Die Jugend	74
75. Die Ehe	75
76. Die Kinder	76
77. Die Eltern	77
78. Die Kindheit	78
79. Die Jugend	79
80. Die Ehe	80
81. Die Kinder	81
82. Die Eltern	82
83. Die Kindheit	83
84. Die Jugend	84
85. Die Ehe	85
86. Die Kinder	86
87. Die Eltern	87
88. Die Kindheit	88
89. Die Jugend	89
90. Die Ehe	90
91. Die Kinder	91
92. Die Eltern	92
93. Die Kindheit	93
94. Die Jugend	94
95. Die Ehe	95
96. Die Kinder	96
97. Die Eltern	97
98. Die Kindheit	98
99. Die Jugend	99
100. Die Ehe	100

INHALTSVERZEICHNIS

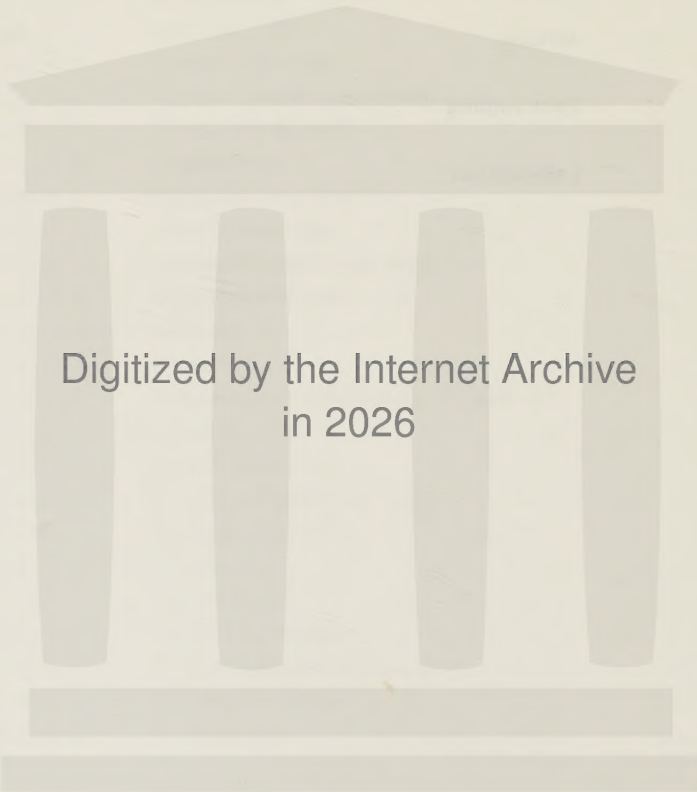
	Seite
1. Einleitung	1
2. Literatur	3
2.1. Gereinigte Diäten	3
2.2. Casein als Proteinquelle	4
2.3. Casein und Gelatine als Proteinquellen	6
2.4. Sojaprotein als Proteinquelle	9
2.5. Fette in der Forellenernährung	11
2.5.1. Proteinspareffekt	11
2.5.2. Pflanzliche Öle und tierische Fette	13
2.6. Kohlenhydrate in der Forellenernährung	14
3. Eigene Untersuchungen	16
3.1. Material und Methoden	17
3.1.1. Tiermaterial	18
3.1.2. Haltung und Fütterung	19
3.1.2.1. Fischhaltung	19
3.1.2.1.1. Besatzdichte	20
3.1.2.2. Wasserqualität	20
3.1.2.3. Futterherstellung	22
3.1.2.4. Futterzuteilung	23
3.1.3. Versuchsdurchführung	23
3.1.4. Versuchsauswertung	25
3.1.5. Definitionen und Abkürzungen	26
3.2. Planung, Verlauf und Ergebnisse der Versuche I bis VII	28
3.2.1. Versuch I	28
3.2.1.1. Versuchsanlage	28
3.2.1.2. Futterzusammensetzung	28
3.2.1.3. Versuchsverlauf	31
3.2.1.4. Ergebnisse	31

	Seite
3.2.2.	Versuch II 34
3.2.2.1.	Versuchsanlage 34
3.2.2.2.	Futterzusammensetzung 34
3.2.2.3.	Versuchsverlauf 36
3.2.2.4.	Ergebnisse 36
3.2.3.	Versuch III 38
3.2.3.1.	Versuchsanlage 38
3.2.3.2.	Futterzusammensetzung 38
3.2.3.3.	Versuchsverlauf 40
3.2.3.4.	Ergebnisse 40
3.2.4.	Versuche IV und V 42
3.2.4.1.	Versuchsanlage 42
3.2.4.2.	Futterzusammensetzung 43
3.2.4.3.	Versuchsverlauf 44
3.2.4.3.1.	Versuch IV 44
3.2.4.3.2.	Versuch V 44
3.2.4.4.	Ergebnisse (Versuche IV und V) 45
3.2.5.	Versuch VI 49
3.2.5.1.	Versuchsanlage 49
3.2.5.2.	Futterzusammensetzung 50
3.2.5.3.	Versuchsverlauf 52
3.2.5.4.	Ergebnisse 52
3.2.6.	Versuch VII 56
3.2.6.1.	Versuchsanlage 56
3.2.6.2.	Futterzusammensetzung 56
3.2.6.3.	Versuchsverlauf 58
3.2.6.4.	Ergebnisse 59
4.	Diskussion 62
4.1.	Proteinquellen 62
4.2.	Proteingehalt 64
4.3.	Proteinqualität 66
4.4.	Fettzusatz in gereinigten Diäten 67
4.5.	Vitamine und Mineralstoffe 67

	Seite
5. Zusammenfassung	69
5.1. Summary	71
6. Literaturverzeichnis	73
7. Anhang	83

Danksagung

Lebenslauf



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. EINLEITUNG

Die weitgehende Standardisierung tierexperimentellen Vorgehens ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Tierversuchen. Während für Versuche an Labor- und Nutztieren die "Spielregeln" weitgehend festliegen, sind ernährungsphysiologische Versuche an Fischen auf Grund des unterschiedlichen Vorgehens der Versuchsansteller und des oftmaligen Fehlens kompletter Datensätze nur bedingt vergleichbar. Deshalb hat die EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission) im Nachgang zum Symposium on Finfish Nutrition and Feed Technology (Hamburg, 20. - 27. Juni 1978) auf die Erarbeitung entsprechender methodischer Standards hohen Wert gelegt.

Im Auftrag der EIFAC und der ICES (International Council for the Exploration of the Sea) und der IUNS (International Union of Nutritional Sciences) traf sich vom 21. - 23. März 1979 in Hamburg eine Expertengruppe, deren Ausarbeitungen 1980 vorgelegt wurden (Castell und Tiews, 1980).

In dieser Broschüre wird für die Durchführung von Fütterungsexperimenten neben verschiedenen Kontrollationen die Mitführung einer "Standard Reference Diet (SRD)" empfohlen. Die SRD ist definiert als eine genauestens beschriebene und reproduzierbare Diät, die jeden Nährstoffbedarf deckt. Sie dient damit bei Fütterungsexperimenten als eine Art "innerer Standard", welcher "den Vergleich verschiedener Experimente, Tierspezies, Versuchsorte, Versuchsansteller und anderer Faktoren erleichtert" (Castell und Tiews, 1980).

Als SRD wurde eine von Halver (1957 a) in ihrer grundsätzlichen Zusammensetzung erstmals publizierte und später mehrfach verwendete Diät vorgeschlagen. Erste Vergleiche an Forellen mit einer üblichen Kontrollration (35 % Fischmehl, 35 % Geflügelschlachtabfälle einschließlich Federmehl; Gropp et al., 1979) ergaben jedoch, daß die vorgeschlagene SRD unter praxisüblichen Bedingungen nur geringe Wachstumsraten zuläßt (weniger als 50 % der Kontrollgruppe; Tiews, Koops, Gropp, 1980).

Deshalb sollte im Rahmen der vorliegenden Dissertation versucht werden, auf der Basis einer gereinigten Diät eine neue SRD zu entwickeln, die zu höheren Wachstumsraten führt.

2. LITERATUR

2.1. Gereinigte Diäten

Grundvoraussetzung für systematische ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nutzfischen ist die Standardisierung einer Futtermischung (Schulz et al., 1981). Nach Schulz et al. (1981) sollten an eine Standarddiät folgende Forderungen gestellt werden:

1. Die Fische müssen über einen Versuchszeitraum von mindestens 80 Tagen vollwertig ernährt werden können, ohne daß Mangelercheinungen auftreten.
2. Parameter, die zur Beurteilung der Futtermischung herangezogen werden, haben Werte zu erbringen, die niveaumäßig mindestens mit guten handelsüblichen Futtermitteln vergleichbar sind.
3. Die Futtermischung sollte aus möglichst wenigen und reinen Komponenten bestehen, so daß eine Reproduktion jederzeit möglich ist.
4. Die Wirkung einer zu untersuchenden Futterkomponente muß eindeutig erfaßt werden.

Diese Forderungen sehen sie mit ihrer Casein-Gelatine-Sonnenblumenöl (CGS)-Diät als erfüllt an.

Castell und Tiews (1980) stellten folgende Forderungen an eine Standard Reference Diet (SRD):

1. ausgewogenes Nährstoffverhältnis
2. Nährstoffbedarfsdeckung
3. Reproduzierbarkeit zwischen Chargen und Untersuchungsstellen.
4. Verfügbarkeit der Komponenten auf dem Markt

5. standardisierte Herstellung
6. Chargenidentifikation der Ration und der Komponenten
8. Verfügbarkeit und Verwertung der Nährstoffe
9. Stabilität oder Verfallsdauer

2.2. Casein als Proteinquelle

Nachdem Casein (in der Regel Methionin-ergänzt) bei verschiedenen Tierarten als einzige Proteinquelle mit gutem Erfolg eingesetzt werden kann, wurde es auch in der Fischernährung eingesetzt.

Pfeffer et al. (1980) ersetzten bei Forellenversuchen Fischmehlprotein zu einem Drittel, zwei Dritteln und ganz durch Casein. Die Mortalität blieb gering (2/525), wenn weniger als zwei Drittel des Proteins aus Casein stammte. Bei Casein als alleiniger Proteinquelle stieg die Mortalität auf ca. 10 % (18/175), während gleichzeitig das Wachstum der Überlebenden Forellen stark reduziert war. Im Versuch über 86 Tage stieg die Lebendmasse bei Fütterung derjenigen Mischungen, deren Protein nicht vollständig aus Casein stammte, auf das 6-fache der Anfangsmasse, bei Casein als einzigem Proteinträger nur auf das 2 - 3-fache. Die Futterverwertung verschlechterte sich ebenfalls. Des weiteren berichten die Autoren, daß die Bäuche der Forellen, die nur Casein als Proteinquelle erhielten, aufgetrieben wirkten. Nach dem Schlachten fiel mehrfach auf, daß trotz 48-stündigen Hungerns der Magen prall gefüllt war.

Bei der Frage, warum der Ersatz von entfettetem Fischmehl durch Casein bei Ausgleich durch Zulage von Fischmehlasche zu einer Verschlechterung der Futterverwertung führt, vermuten die Autoren, daß die Verfügbarkeit der Aminosäuren aus Casein verringert sein könnte. Die Wachstumsdepression könnte jedoch auch auf die Verdrängung nicht identifizierter Bestandteile im Fischmehl durch Casein zurückgeführt werden.

In einem anderen Versuch stellten Pfeffer und Barte (1980) fest, daß bei Rationen, deren Protein vollständig oder zu zwei Dritteln aus Casein stammte, der Fettgehalt der Lebern im Mittel auf fast 30 % erhöht und der Gehalt an N-freien Extraktstoffen auf 6 % erniedrigt war.

Strauß (1982) berichtet von mittel- bis hochgradigen Leberverfettungen bei Forellen, die bei gereinigten Diäten mit Casein und auch bei synthetischen Rationen mit reinen Aminosäuren auftraten. Die Untersuchungen von Strauss könnten eine These von Pfeffer und Barte (1980) bestätigen, wonach ein nicht fettlöslicher organischer Wirkstoff, der in Fischmehl, nicht aber in Casein enthalten ist, für die Forelle essentiell ist, in den übrigen Bestandteilen der eingesetzten Futtermischungen nicht oder nicht in ausreichendem Maße vorhanden ist, dessen Fehlen zur Leberverfettung führt.

Pfeffer und Meske (1978) beobachteten bei Versuchen mit Karpfen, daß starke Ausfälle auftraten und das Wachstum nach einigen Wochen sistierte, wenn Casein als alleinige Proteinquelle verwendet wurde.

Rumsey und Ketola (1975) ergänzten eine Caseindiät mit essentiellen Aminosäuren auf das Niveau der AS-Zusammensetzung von isoliertem Fischprotein. Dadurch stieg die Wachstumsrate signifikant an, die Sterblichkeit ging zurück und die Futterverwertung verbesserte sich.

Dagegen erhielt Nose (1971) bei Forellen mit Caseindiäten bessere Gewichtszunahmen und auch eine höhere Biologische Wertigkeit als mit Weißfischmehlrationen.

Cowey et al. (1981) berichten von einem Versuch an Forellen, wonach über einen Zeitraum von 9 Wochen zwischen einer Fischmehl- und einer Caseindiät nur ein geringfügiger Wachstumsunterschied zugunsten von Fischmehl festgestellt wurde. In einem zweiten Versuch schnitt dagegen Casein eher besser ab als Fischmehl.

2.3. Casein und Gelatine als Proteinquellen

Halver (1957a) formulierte eine Diät auf Casein-Gelatine-Basis zur Erforschung des Vitaminbedarfes des Chinook-Lachses (Tabelle 1). Er konnte die Lachse damit über einen Zeitraum von 18 Wochen vollwertig ernähren, ohne daß Mangelsymptome oder eine abnorme Mortalität auftraten.

Tabelle 1: Vitaminestdiät für den Chinook-Lachs Halver, 1957a (zitiert nach Schulz et al., 1981)

Casein	54
Gelatine	15
Maisöl raff.	9
α - Cellulose	9
Dextrin	8
Mineralstoffvormischung	4
Vitaminvormischung	1,6
DL-Methionin	1
L-Tryptophan	0,5
Wasserzusatz	300

(25 % Trockensubstanz in der Futtermischung)

Halver verwendete die Gelatine, neben ihrer Aufgabe als Proteinlieferant, hauptsächlich wegen ihrer Eigenschaft, in Wasser aufzuquellen. Dadurch wurde die Verbindung der Rationsbestandteile gewährleistet (zitiert nach Schulz et al., 1981).

Schulz et al. (1981) nahmen die Halver'sche Diät als Ausgangspunkt für ihre Casein-Gelatine-Sonnenblumenöl (CGS)-Testdiät (Tabelle 2). Hierbei kam jedoch der Gelatine eine große Bedeutung in ihrer Ergänzungswirkung zum Casein im Hinblick auf eine nahezu optimale Aminosäurenkombination zu.

Tabelle 2: CGS-Testdiät
(nach Schulz et al., 1981)

Casein	37,79
Gelatine	12,80
Sonnenblumenöl	9,85
α - Cellulose	8,97
Maisquellstärke	18,26
Mineralstoffvormischung	7,00
Vitaminvormischung	3,33
Wasserzusatz	0
(91,8 % Trockensubstanz der Futterpellets)	

Bei der Abschätzung des Bedarfs an essentiellen Aminosäuren von Regenbogenforellen und Coho-Lachs orientierten sie sich an den Bedarfsangaben für den Chinook-Lachs (Mertz, 1969).

Tabelle 3: Aminosäurenbedarf des Chinook-Lachses und Aminosäuregehalte der Proteinkomponenten (in % des Proteins; nach Schulz et al., 1981)

Aminosäuren	Bedarf des Chinook-Lachses	Casein	Gelatine	Casein/ Gelatine (75:25)
Arginin	6,0	4,0	9,0	5,3
Histidin	1,8	3,0	0,8	2,5
Isoleucin	2,2	7,7	1,5	6,2
Leucin	3,9	11,0	3,3	9,1
Lysin	5,0	8,4	4,3	7,4
Methionin	4,0	3,4	0,8	2,8
(Cystin) ¹⁾		0,5	0,1	0,4
Phenylalanin	5,1	5,5	2,4	4,7
(Tyrosin) ²⁾		6,5	0,3	5,0
Threonin	2,2	4,5	2,2	3,9
Tryptophan	0,5	1,3	-	1,0
Valin	3,2	7,5	2,7	6,3

1) Ergänzungswirkung zu Methionin

2) Ergänzungswirkung zu Phenylalanin

Nach Schulz et al. (1981) läßt sich bei Casein als alleiniger Proteinquelle ein Mangel an Arginin, eine Bedarfsdeckung an Methionin und eine relativ starke Überdosierung der restlichen acht essentiellen Aminosäuren feststellen. Durch Kombination von Casein und Gelatine kommt es zwar zu einem leichten Methioninmangel, jedoch wird der Bedarf an Arginin besser gedeckt. Das Verhältnis der übrigen Aminosäuren wird enger gestaltet, so daß einem eventuell möglichen negativen Effekt einer Überdosierung besser vorgebeugt wird.

Auch Andrews et al. (1977) schlugen die Ergänzung von gereinigten Diäten auf Casein-Basis durch Gelatine oder Arginin vor, da bei Casein als alleiniger Proteinquelle vor allem Arginin zur limitierenden Aminosäure wird.

Halver (1970) nannte die zehn folgenden Aminosäuren essentiell für die Forelle (Shanks, Gahimer, Halver, 1962): Arginin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Cystin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin.

Halver (1957b) erreichte mit einer, das Aminosäurenmuster seiner Casein-Gelatine-Diät (Halver, 1957a) simulierenden, Aminosäurenmischung bessere Ergebnisse, als mit einer AS-Mischung, die sich am Aminosäurenmuster von Dottersackbrütlern orientierte.

2.4. Sojaprotein als Proteinquelle

Der Ersatz von tierischem Eiweiß durch das Protein der Sojabohne, der bei anderen Tierarten in der Regel problemlos gelingt, scheint in der Forellenernährung mit Schwierigkeiten verbunden zu sein. Gropp et al. (1976a) berichten, daß ein vollständiger Ersatz von Fischmehl durch ein mit Methionin, Lysin und Glycin ergänztes Sojaprotein aus Sojafeynmehl und isoliertem Sojaprotein Wachstumsdepressionen zur Folge hatte. Sie vermuten, daß die schlechteren Resultate, die mit Sojaschrot erhalten wurden, wahrscheinlich mit seiner Kohlenhydratfraktion oder seinem Gehalt an Enzyminhibitoren und Hämaggutinininen oder beidem korreliert seien.

Koops et al. (1976) berichten ebenfalls von schweren Wachstumsdepressionen. Sie ersetzten Fischmehl völlig durch Sojaprotein in Form von Sojafinmehl und isoliertem Sojaprotein (Purina). Der Leistungszuwachs betrug weniger als die Hälfte der Fischmehlkontrollgruppe. Ein Zusatz von Aminosäuren beeinflusste die Futterverwertung nicht.

Kiekhäfer (1980) berichtet ebenfalls von schlechten Wachstumswerten bei teilweisem Ersatz von tierischem Protein durch getoastete Sojabohnen.

Auch geringere Anteile von Sojaschrot wirkten sich nach Tiews et al. (1980) negativ auf die Wachstumsrate von Forellen aus.

Nose (1971) bewertet das Protein von Sojaschrot nur als halb so wirkungsvoll wie das Protein von Weißfischmehl und Casein (BW: 25,0 Sojaschrot; 44,5 Fischmehl; 50,8 Casein).

Steffens und Albrecht (1976) vergleichen ein Futter mit tierischem Eiweiß mit einer Futtermischung mit reduziertem Anteil an tierischem Eiweiß und Zusatz von pflanzlichem Eiweiß (Sojaextraktionsschrot) und Trockenfutterhefe sowohl mit als auch ohne Methioninergänzung. Tierisches Protein konnte nicht gleichwertig ersetzt werden. Der AS-Zusatz wirkte sich geringfügig günstig aus.

Rumsey und Ketola (1975) ergänzten eine Sojaschrot-diät mit Aminosäuren so, daß das Aminosäuremuster dem von Regenbogenforelleneiern und isoliertem Fischprotein ähnlich war. Sie erreichten damit ein deutlich besseres Wachstum als ohne AS-Zusätze.

Gropp et al. (1976a) berichten von guten Ergebnissen in der Forellenernährung mit dem Sojaproteinkonzentrat "Haypro", das auch in der Kälberernährung verwendet wird.

Inaba et al. (1962) berichten von einer hohen Verdaulichkeit des Proteins von Sojaschrot.

2.5. Fette in der Forellenernährung

2.5.1. Proteinspareffekt

Nach Lee und Putnam (1973) kann eine Verringerung des Rohproteingehalts der Nahrung durch Erhöhung des Rohfettgehaltes in gewissen Grenzen ausgeglichen werden.

Cho et al. (1976) verglichen eine Kontrollration (40 % Protein, 15 % Fett) mit einer Hochproteinration (60 % Protein) und einer Hochfetrtration (25 % Fett). Die Verdaulichkeit der Hochproteinration war höher, jedoch stieg auch die Wärmeabgabe (calorigener Effekt von Protein), so daß die produktiven Energiewerte gleich waren. Die Hochfetrtration hatte eine ebenfalls höhere Verdaulichkeit, dagegen aber eine geringere Wärmeentwicklung als die Kontrollration und deshalb den höchsten produktiven Energiewert.

Steffens und Albrecht (1973) berichten von besserem Zuwachs und günstigerem Futteraufwand sowie einer besseren Ausnutzung des Futterproteins bei einer Erhöhung des Fettanteils im Futter (von 4,1 % Sonnenblumenöl auf 14,8 %). Sie fanden jedoch, daß die Erhöhung des Fettanteils in der Nahrung auch eine Erhöhung des Fettanteils des Gesamtfisches sowie des eßbaren Anteils der Forelle bewirkt.

Takeuchi et al. (1978) fanden bei Forellen, deren Nahrung 20 % Fett enthielt, eine erhebliche Zunahme der Fettmenge in der Bauchhöhle und den Eingeweiden. Sie vermuten, daß die Gewichtszunahme auf die Ablagerung der überschüssigen Energie als Körperfett zurückzuführen sei.

Ogino et al. (1976) berichten, daß Fett wirkungsvoller als Kohlenhydrate für die Utilisation von Nahrungsprotein verwendet wird.

Diese Befunde wurden prinzipiell durch Ergebnisse von Tiews et al. (1973) bestätigt. Auch diese Autoren fanden als Folge einer Erhöhung des Nahrungsfettanteils nicht nur besseres Wachstum, sondern auch eine deutliche Erhöhung des Fettgehaltes des Gesamtfisches. Der überwiegende Anteil dieser Fettablagerung wurde der Zunahme des intestinalen Gekrösefettes zugeschrieben. Auch in diesen Studien erwiesen sich Lipide als Energieträger den Kohlenhydraten als überlegen.

Watanabe et al. (1979) berichten, daß der Proteingehalt einer Diät um 15 % auf 35 % ohne Verschlechterung der Gewichtszunahme gesenkt werden konnte, sofern die Diät 18 % hochwertiges Fett enthält, welches den Bedarf der Forelle an essentiellen Fettsäuren deckt.

Gropp et al. (1982) berichten von einem Versuch, bei dem durch Erhöhung des Fettanteils um 5 % der Eiweißgehalt des Futters um 5 % gesenkt werden konnte. Dennoch wurden beste Ergebnisse nur bei 45 % Nahrungsprotein erhalten.

2.5.2. Pflanzliche Öle und tierische Fette

Im Gegensatz zu vielen anderen Tierarten, für die ω 6-Fettsäuren, wie zum Beispiel Linolsäure, essentiell sind, benötigen Forellen Säuren der ω 3-Reihe, vor allem Linolensäure. Der Bedarf liegt nach Castell et al. (1972 a und b) bei etwa 1 % der Diät bzw. 2,7 % der Diätenergie. Als Mangelsymptome treten vor allem Flossenerosionen, Herzmyopathien und ein Schocksyndrom auf. Außerdem wurde eine Schwellung der Lebermitochondrien festgestellt.

Watanabe et al. (1974a) und Takeuchi und Watanabe (1979) stellten darüber hinaus geschwollene und blasse Lebern mit erhöhtem Fettgehalt fest. Bei hohem Fettanteil in der Nahrung werden nach Takeuchi und Watanabe (1977) bis zu 2 % Linolensäure im Futter benötigt. Der Bedarf an Linolensäure und mehrfach ungesättigten Fettsäuren der ω 3-Reihe soll, abhängig vom Fettgehalt des Futters, zwischen 10 % und 20 % der Nahrungsfette liegen.

Fischöle sind im allgemeinen reich an ω 3-Fettsäuren; sie sind daher für Forellen besonders geeignet, während pflanzliche Öle viele ω 6- und wenige ω 3-Fettsäuren enthalten und deshalb für Forellen wenig geeignet sind (Yu und Sinnhuber, 1976).

Nach Ansicht von Cowey und Sargent (1977) besteht bei Fischen zur Aufrechterhaltung der Funktion der Zellmembranen bei kalten Umgebungstemperaturen ein wachsender Bedarf an ungesättigten Fettsäuren. Diese Aufgabe wird am besten von ω 3-Fettsäuren erfüllt.

Watanabe et al. (1974b) vermuten daneben das Bestehen von ergänzenden essentiellen Fettsäuren, die in Dorschleberöl und im Sojaöl enthalten sind und

trotz eines geringen Linolengehaltes in der Diät (0,6 %) zu ausgezeichneten Wachstumsraten führten. Diese Befunde stehen zudem in Zusammenhang mit dem geringen Fettzusatz zur Ration (3 % Sojaöl und 2 % Lebertran).

Reinitz und Yu (1981) halten die übrige Fettzusammensetzung für sekundär, solange die benötigten essentiellen Fettsäuren bereitgestellt werden. Nach ihrer Meinung können auch hohe ω 6-Dosen verkraftet werden.

Pfeffer et al. (1980) fanden keinen Unterschied zwischen gehärtetem Fischöl, Knochenfett, Leinöl, Rapsöl und Sonnenblumenöl.

Dagegen berichtet Strauß (1982) von deutlich niedrigeren Wachstumsraten bei Rationen mit Sonnenblumenöl als mit Fischöl nach einer Versuchsdauer von 14 Wochen.

Nach Gropp et al. (1974) führt Fischöl in fischmehlfreien Rationen zur Aufhebung der bei Verwendung von Sojaöl beobachteten Verzehrdepressionen in fischmehlfreien Futtermischungen.

2.6. Kohlenhydrate in der Forellenernährung

Forellen gelten als schlechte Stärkeverwerter. Die Stärkeverdaulichkeit nimmt mit steigendem Stärkeanteil der Nahrung und fallender Wassertemperatur ab (Inaba, 1963; Kitamikado et al., 1964; Nakamura et al., 1973; Nøse, 1979).

Von dieser Verdaulichkeitsänderung sind in der Regel auch die anderen Nahrungsinhaltsstoffe betroffen. Mit

steigendem Gehalt an nativer Stärke sinkt nicht nur deren Verdaubarkeit, auch die Verdaubarkeit von Rohprotein erfährt eine - mengenmäßig mehr oder minder ausgeprägte - Depression.

1974 fanden Koops et al., daß Forellen Quellstärke deutlich besser verwerten als native Stärke.

Nach Abel et al. (1979) kann von einer Grundmischung auf der Basis von Fischmehl und Casein bis zu 40 % durch Maisquellstärke ohne Beeinträchtigung der energetischen Verwertung ersetzt werden. Die Verwendung von Saccharose in geringen Mengen führt zu einer eindeutigen Verbesserung der Verwertung des Futterproteins.

Pieper und Pfeffer (1979) berichten von einem Versuch, bei dem 30 % einer Grunddiät auf Fischmehlbasis durch folgende Kohlenhydrate ersetzt wurden: Glucose, gelatinisierte Stärke, Saccharose und Laktose. Während Laktose fast vollständig unverfügbar war, schienen die anderen Kohlenhydrate nahezu gleich gut verfügbar zu sein.

Nach Gropp (1978) gelten folgende Verdauungseffizienten für die Forelle: Glucose 90 - 99, Saccharose 73, Dextrin 80, native Stärke 20 - 40, Maltose 92, Laktose 60, Quellstärke 60 - 70, Zellulose 10; 20 % verdauliche Kohlenhydrate sollten in Forellennationen nicht überschritten werden. Die Speicherkapazität der Forellen für Glykogen ist limitiert; zu viel Kohlenhydrate führen besonders bei kalten Temperaturen zu Leberschädigungen, unter Umständen mit Todesfolge (Gropp, 1978).

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Verschiedene Eiweißquellen (Labkasein, Säurekasein, Eiklarpulver, Soja RP 101 und Globulal 70 N) wurden auf ihre Eignung als Proteinquelle in einer gereinigten Diät geprüft. Als Vergleichsproteine dienten Fischmehl- und Fischproteinkonzentratprotein. Außerdem wurden verschiedene Vitamin- und Mineralstoffmischungen eingesetzt. Der Einfluß der Aminosäurezugaben (L-Cystin, DL-Methionin, L-Arginin) zu bestimmten Rationen auf das Wachstum wurde ebenfalls untersucht. Ferner wurde eine Ration geprüft, deren Proteinanteil zu etwa gleichen Teilen aus Labkasein und einer Aminosäuremischung bestand.

Zusätzlich wurde der Einfluß verschiedener Energiekonzentrationen im Futter auf das Wachstum untersucht.

In Versuch I wurde die Halver'sche Diät (auf Casein/Gelatine-Basis) in der Weise geändert, daß Labkasein gegen andere gereinigte Proteinträger (Säurekasein, Eiklarpulver, isoliertes Sojaprotein (RP 101) mit Aminosäureergänzung) ausgetauscht wurde. Als Vergleichsration diente eine Futtermischung auf Fischmehlbasis ohne Gelatineanteil.

In Versuch II wurden - auf Labkasein/Gelatine-Basis - verschiedene Vitamin- und Mineralstoffmischungen sowie deren Kombination verglichen. Bei einigen Rationen wurde Dorschlebertran durch Rotbarschöl ersetzt. Ferner wurde eine modifizierte Ration mit höherem Rohprotein- und Fettgehalt sowie einem Zusatz von L-Cystin und Zellulose überprüft.

In Versuch III wurden auf Gelatinebasis nochmals verschiedene gereinigte Proteinlieferanten (Labkasein, Säurekasein, Eiklar, Molkenprotein (Globulal 70 N)) mit Zusatz von L-Cystin getestet. Als Vergleichsfutter diente die Fischmehlration von Versuch I.

In den Versuchen IV und V (Versuch V ist ein Wiederholungsversuch von Versuch IV) wurden bei verschiedenen Proteingehalten (jeweils 15 % Gelatine, 40 %, 50 % sowie 60 % Labkasein) verschiedene Fettgehaltstufen (12 %, 15 %, 18 % und 21 % Rotbarschöl) untersucht. Alle Rationen waren mit 0,4 % L-Cystin ergänzt.

In Versuch VI wurden in 6 Futtermischungen (40 % Labkasein und 10 % Gelatine) Aminosäurezugaben (L-Cystin und DL-Methionin) in verschiedener Höhe erprobt. In weiteren 3 Rationen wurde - ausgehend von einer Mischung mit 60 % Labkasein und 10 % Gelatine - ein Teil des Kaseins durch Fischproteinkonzentrat sowie durch eine Aminosäurenmischung ersetzt.

In Versuch VII wurde eine Ration mit 50 % Fischproteinkonzentrat und eine Ration mit 60 % Eiklarpulver pelletiert. Die übrigen Rationen wurden wieder auf Gelatinebasis hergestellt. Eine Futtermischung wurde erneut nach der Vorschrift von Halver zubereitet, den anderen Rationen (60 % Labkasein, 10 % Gelatine) wurden wieder Aminosäuren (DL-Methionin, L-Arginin) zugesetzt. In einer Versuchsgruppe wurde eine nochmals veränderte Mineralstoffmischung geprüft.

3.1. Material und Methoden

Insgesamt wurden 7 Versuche mit jeweils 4 Wochen Dauer an wachsenden Forellen durchgeführt. Als Versuchsparameter dienten Wachstum, Futteraufnahme und Futterverwertung sowie Mortalität.

Im folgenden werden die den Versuchen überwiegend gemeinsamen Haltungsbedingungen, die Versuchsdurchführung sowie die Versuchsauswertung beschrieben.

Der jeweilige Versuchsplan, die Zusammensetzung der Futtermischung sowie der Versuchsverlauf werden zusammen mit den Ergebnissen beschrieben.

3.1.1. Tiermaterial

Für die Versuche I bis VI wurden etwa 2.000 Forellensetzlinge vom Fischgesundheitsdienst Grub im August 1980 angekauft und an die gegebenen Haltungsbedingungen adaptiert. Der Schlupftermin war Ende Januar 1980, das Alter der im ersten Versuch verwendeten Tiere war ca. 9 Monate. Bis zu Beginn des ersten Versuches wurden die Setzlinge mit pelletiertem Futter auf Fischmehlbasis, das in den Versuchen I und III als Vergleichsration diente, restriktiv gefüttert. Auch in der Zeit zwischen den einzelnen Versuchen wurden die Fische damit ernährt. Zu Beginn des ersten Versuches betrug das Durchschnittsgewicht etwa 6,8 g.

Da die in den Versuchen I - VI verwendeten Forellen inzwischen zu groß geworden waren, wurden im August 1981 erneut 2.000 Forellensetzlinge vom Fischgesundheitsdienst Grub besorgt. Der Schlupftermin war Anfang Januar 1981 (Alter bei Versuchsbeginn ca. 10 Monate). Bei Versuchsbeginn betrug das Durchschnittsgewicht etwa 7,5 g.

In der Zeit zwischen Anlieferung und Versuchsbeginn wurden die Fische mit Forellenbrutfutter der Firma Plange Kraftfutterwerke KG, Wangen, gefüttert.

3.1.2. Haltung und Fütterung

3.1.2.1. Fischhaltung

In den Versuchen wurden zwei Typen von Becken (Aquarien) verwendet.

In allen Versuchen wurde eine Glasaquarienanlage benutzt, in den Versuchen IV bis VII wurde zusätzlich noch eine Rundaquarienanlage verwendet.

Die Glasaquarienanlage bestand aus 20 Aquarien, die auf zwei Gestellen in zwei Etagen zu je fünf Stück angeordnet waren. Die Außenmaße der Aquarien betrugen 50 x 25 x 40 cm, das Füllungsvermögen betrug 43 l. Jeweils 5 Becken wurden über eine elektrische Luftpumpe belüftet, um die Sauerstoffversorgung zusätzlich zu sichern. Durch Schlauchklemmen konnte der Wasserzufluß reguliert werden. Der Abfluß war so angelegt, daß Schmutz und Fäkalien direkt vom Boden abfließen konnten. Zusätzlich wurden bei Bedarf Kot und Futterreste mittels eines Plastikschauches abgesaugt. Für die Versuche I und III wurden 15 Glasaquarien, in den Versuchen II, IV, V, VI und VII 18 Glasbecken benutzt.

Die 12 Becken der Rundaquarienanlage waren im Halbkreis angeordnet. Jedes Becken hatte einen Durchmesser von 35 cm und eine Höhe von 55 cm. Das Füllungsvolumen betrug 50 l. Zur Konstanthaltung der Wassertemperatur waren die Becken, bis auf einen ca. 5 cm breiten Sehschlitz, außen mit einer 1 cm starken Styroporschicht ummantelt. Um die Sauerstoffversorgung bei einem eventuellen Stromausfall zu sichern, waren alle 12 Aquarien an eine Sauerstoffflasche (Volumen ca. 50 l) angeschlossen, die bei Ausfall der Wasserpumpen die Becken mittels eines Magnetschalters für ca. 8 Stunden mit Sauerstoff versorgt hätte.¹⁾

¹⁾ Die Rundbeckenanlage ist ausführlich bei Schwalb und Gropp (1979) beschrieben

In den Versuchen IV, V und VII wurden 12, in Versuch VI wurden 9 Rundbecken verwendet.

3.1.2.1.1. Besatzdichte

Über die jeweilige Besatzdichte in den Versuchen informiert Tabelle 4.

Tabelle 4: Besatzdichte und Einzelfischgewicht

Versuch	Aquarienart (Anzahl in Klammern)	Besatz- dichte (g/l)	Einzel- fisch- gewicht	Anzahl Fische je Becken
I	Glasaquarien (15)	9,5	6,8	60
II	Glasaquarien (18)	11,2	9,7	50
III	Glasaquarien (15)	16,6	14,3	50
IV	Glasaquarien (18)	14,6	20,9	30
	Rundbecken (12)	12,5	20,9	30
V	Glasaquarien (18)	20,1	28,9	30
	Rundbecken (12)	17,3	28,9	30
VI	Glasaquarien (18)	28,1	40,3	30
	Rundbecken (9)	16,1	40,3	20
VII	Glasaquarien (18)	6,0	7,5	35
	Rundbecken (12)	5,2	7,5	35

3.1.2.2. Wasserqualität

Das Wasser für beide Anlagen wurde dem städtischen Leitungsnetz entnommen. Da das Wasser während der Sommermonate bedarfsweise gechlort wird, wurde ein Aktivkohlefilter den Anlagen zur Entchlorung vorgeschaltet. Die Glasaquarien wurden direkt über die Wasserleitung versorgt. Der Rundbeckenanlage wurde das Wasser aus Vorratsbecken über zwei Pumpen und über ein Verteilersystem zugeführt.

Über einige analytische Daten der Frischwasserqualität des Münchener Leitungswassers informiert Tabelle 5.

Tabelle 5: Durchschnittliche Analysendaten des Münchener Leitungswassers
(Werte der Wasserwerke München)

	$\bar{x}$	x min	x max
pH	7,44	7,25	7,60
Ca (mg/l)	79,4		
Mg (mg/l)	22,2		
Gesamthärte	16,5°d		
Karbonathärte	15,0°d		

1°d = 10 mg CaO/l

Tabelle 6 informiert über die durchschnittlichen Wassertemperaturen während der Versuche.

Tabelle 6: Durchschnittliche Wassertemperatur in °C

		$\bar{x}$	x min	x max
Versuch	Aquarienart			
I	Glasaquarien	9,8	9,6	10,1
II	Glasaquarien	8,9	8,7	9,0
III	Glasaquarien	8,2	8,1	8,4
IV	Glasaquarien	7,7	7,5	8,3
	Rundbecken	9,3	9,2	9,7
V	Glasaquarien	8,7	8,5	9,0
	Rundbecken	9,6	9,6	9,8
VI	Glasaquarien	9,2	9,1	9,3
	Rundbecken	10,1	10,1	10,3
VII	Glasaquarien	10,3	10,2	10,4
	Rundbecken	11,0	10,9	11,1

Die Messung des Sauerstoffgehaltes des Wassers erfolgte vor dem ersten Versuch, um eine Übersicht zu erhalten. Bei einem Zufluß von 1,3 l Wasser/Minute lag der mittlere O_2 -Gehalt (ermittelt nach Winkler aus insgesamt 2 Proben) bei 8,5 mg/l Beckenwasser. Die Extremwerte wurden mit 7,8 bzw. 9,3 mg O_2 /l ermittelt. Da die Anlagen bei geringem Besatz durch die Frischwasserzufuhr und die zusätzliche Belüftung mit genügend Sauerstoff versorgt wurden, konnte auf weitere Sauerstoffmessungen in den folgenden Versuchen verzichtet werden.

3.1.2.3. Futterherstellung

Die Zubereitung der Gelatine enthaltenden Rationen erfolgte in Anlehnung an die Empfehlung von Halver.

Bei der Zubereitung wurde so vorgegangen, daß die Summe der jeweiligen Gelatine- und Futtermischungsanteile die Menge von 500 g ergab. In 1 l kaltem Aqua dest. wurde die Gelatine unter Rühren gelöst und anschließend im Wasserbad auf 80°C erwärmt. Unter weiterem Rühren wurde sodann nach und nach die Futtermischung zugegeben und so lange weiter vermischt, bis die Temperatur des Breies auf 40°C gesunken war. Zum Erkalten wurde die Mischung für 24 Stunden in den Kühlschrank gestellt (4°C). Am nächsten Tag wurde die inzwischen festgewordene Masse in etwa 2 x 2 x 10 cm große Teile geschnitten, die dann in der Tiefkühltruhe leicht angefroren wurden. Anschließend wurden die Stücke durch einen Fleischwolf mit einem Lochscheibendurchmesser von 2 mm

gedreht. Die erhaltenen Stränge wurden nach nochmaligem leichten Anfrieren mit einem Messer zu Stücken von ca. 1 cm Länge geschnitten und bis zur Futtereinswaage in der Tiefkühltruhe aufbewahrt.

In Versuch VII wurden 2 Rationen (ohne Gelatine) pelletiert ($\emptyset$ 1,5 mm) verabreicht.

3.1.2.4. Futterzuteilung

Die Futterzuteilung betrug in den Versuchen I bis VI täglich 2 %, in Versuch VII 1,5 % der Lebendmasse. Als Grundlage der Futterzuteilung dienten die ermittelten Gewichte der jeweils zurückliegenden Wiegungen. Außer an den Wiegetagen wurde zweimal täglich gefüttert (vormittags gegen 9.⁰⁰ Uhr, nachmittags gegen 16.⁰⁰ Uhr). Die mit Gelatine zubereiteten und eingefrorenen Rationen wurden mindestens 24 Stunden vor der Fütterung im Kühlschrank bei 4°C aufbewahrt.

Bei der Futteraufnahme gab es im allgemeinen keine Probleme. Das Futter wurde schnell verzehrt. Eine Ausnahme bildet Versuch I. Die Eiklarration wurde anfangs langsam aufgenommen, nach einer Woche jedoch ebenfalls schnell verzehrt. Die Sojarration wurde anfangs nur widerwillig aufgenommen, häufig wieder ausgespuckt, nach etwa 10 Tagen aber mit mäßigem Appetit verzehrt.

3.1.3. Versuchsdurchführung

Um ein möglichst homogenes Tiermaterial zu erhalten, wurden die Forellen mittels eines Fischsortiergerätes sortiert. Überaus große bzw. kleine Fische wurden nach

Möglichkeit nicht verwendet, um die Spannweite der Lebendmasse zwischen den einzelnen Tieren bei Versuchsbeginn möglichst klein zu halten.

Zu Versuchsbeginn und zweimal in zweiwöchigem Abstand wurden Anzahl und Gewicht der Fische festgestellt. Die Fische eines Aquariums wurden dabei als Gruppe gewogen. Die Wägung erfolgte auf einer Mettler-Feinwaage (Wiegegenauigkeit 0,1 g) in einem mit Wasser gefüllten austarierten Gefäß. Vor dem Wiegen wurde der Käscher mit den Fischen kräftig geschüttelt, um das an Käscher und Fischen anhaftende Wasser zu beseitigen.

Die Daten von Zunahmen, Wachstumsraten und Futterverwertung basieren auf den Werten der Gesamtwägung.

Bei Versuchsbeginn wurde in allen Aquarien die gleiche Anzahl von Fischen eingesetzt (Ausnahme: Versuch VI: Zahl der Fische in den Glasaquarien je 30; in den Rundbecken je 20), die mittlere Lebendmasse war bei einer maximalen Abweichung von 1 % in allen Aquarien gleich.

Über die Anzahl der Versuchsgruppen, Wiederholungen/ Versuchsgruppe sowie das mittlere Stückgewicht bei Versuchsbeginn unterrichtet Tabelle 7.

Tabelle 7: Anzahl der Versuchsgruppen und Wiederholungen sowie mittleres Stückgewicht bei Versuchsbeginn

Versuch	Versuchsgruppen	Wiederholungsanzahl	Stückgewicht (g)
I	5	3	6,8
II	6	4	11,2
III	5	3	16,6
IV	12	2/3	20,9
V	12	2/3	28,9
VI	9	3	40,3
VII	6	5	7,5

Über die Verteilung der Rationsgruppen im Raum, d.h. auf die einzelnen Aquarien, informieren die Tabellen A 1 - A 7 im Anhang.

Die Zuordnung der Aquarien auf die Versuchgruppen erfolgte zufällig.

3.1.4. Versuchsauswertung

Im folgenden werden Begriffe beschrieben, die als Versuchsparameter dienten. Sie beziehen sich auf Methoden, die von der bereits in der Einleitung erwähnten internationalen Arbeitsgruppe (Castell und Tiews, 1980) vorgeschlagen wurden.

Bei Fischverlusten wurden bei den Daten für Wachstum und Futterverwertung die Werte der Gruppenwägung eines Aquariums wie folgt korrigiert:

Bei Todesfällen in der Zeit zwischen Versuchsbeginn und Zwischenwägung wurde davon ausgegangen, daß der verendete Fisch keine Gewichtszunahme mehr hatte. Deshalb wurde das Gewicht des toten Fisches vom Anfangsgewicht subtrahiert.

Bei Fischverlusten in der Zeit zwischen Zwischenwägung und Versuchsende wurde angenommen, daß diese Fische die selbe Wachstumsrate hatten wie die anderen Forellen des Beckens. Das Gewicht des toten Fisches wurde um die spezifische Wachstumsrate der Fische des Beckens von Versuchsbeginn bis zur Zwischenwägung korrigiert und zum Endgewicht addiert.

Die Wiegegenauigkeit bei den Gruppenwägungen betrug 0,1 g.

Von allen Rationen der Versuche II bis VII wurden Proben gezogen und auf Rohprotein untersucht.

In Versuch VII wurden von jeder Versuchsgruppe bei Versuchsende 10 Probenfische nach Zufall entnommen, getötet und für eine spätere Untersuchung auf Rohprotein und Energie tiefgefroren aufbewahrt. Zum Vergleich diente eine Probe von 20 Fischen, die bei Versuchsbeginn entnommen worden war.

Die Untersuchung auf Rohprotein in Futter und Tierkörper erfolgte in einem Technicon Autoanalyzer (siehe Kühle, 1981). Der Energiegehalt der Fischkörper und der Futterproben wurde bombenkalorimetrisch bestimmt.

3.1.5. Definitionen und Abkürzungen

Lebendmassezunahme (LMZ)

Die Lebendmassezunahme wurde in g pro Fisch und Versuchszeitraum angegeben.

Da die einzelnen Fische bei jedem Versuch ein unterschiedliches Ausgangsgewicht hatten, wurde zur besseren Vergleichbarkeit auch die spezifische Wachstumsrate angegeben.

Spezifische Wachstumsrate (α)

Die spezifische Wachstumsrate gibt den prozentualen Zuwachs pro Tag an. Sie berechnet sich nach folgender Formel:

$$W_t = W_0 \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right)^t$$

$$\text{bzw. } \alpha = \left(\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1\right) \times 100$$

W_t = Lebendmasse zum Zeitpunkt t

W_0 = Lebendmasse zu Versuchsbeginn

t = Zeit in Tagen

α = spezifische Wachstumsrate

Futtermverzehr (FVZ)

Der Futtermverzehr wurde in Gramm Trockensubstanz pro Fisch über einen bestimmten Zeitraum angegeben.

Futtermverwertung (FVW)

Die Futtermverwertung gibt, bezogen auf den durchschnittlichen Fisch eines Beckens, die Körpergewichtszunahme in g pro kg verwertetes Futter in Trockensubstanz an.

$$\text{Definition: FVW} = \frac{\text{Gewichtszunahme (g)}}{\text{Futtermaufnahme in TS (kg)}}$$

Die Angabe des Futtermverzehrs in Trockensubstanz erfolgte vor allem deshalb, weil die gelatinehaltigen Rationen einen Wassergehalt von ca. 70 % hatten. Außerdem schwankten auch die Trockensubstanzwerte der pelletierten Rationen geringfügig.

Abkürzungen

Alpha (α)	Spezifische Wachstumsrate
AS	Aminosäuren
FPC	Fischproteinkonzentrat
FVW	Futtermverwertung
FVZ	Futtermverzehr
K _{tot}	Bruttoenergieverwertung (Energieansatz/ Energiezufuhr)
LM	Lebendmasse
PER	Produktiver Proteinwert
R	Range, Spannweite zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert
RP	Rohprotein
TS	Trockensubstanz
VB	Versuchsbeginn
VE	Versuchsende
ZW	Zwischenwiegung

3.2. Planung, Verlauf und Ergebnisse der Versuche I bis VII

3.2.1. Versuch I

3.2.1.1. Versuchsanlage

Die Versuchsanlage von Versuch I wird in Tabelle 8 dargestellt

Tabelle 8: Versuchsanlage - Versuch I -

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Bezeichnung	Kontrolle	"Halver"	Säurekasein	Eiklar	Soja
Proteinträger	Fischmehl	Labkasein	Säurekasein	Eiklarpulver	Sojaprotein
(% der Ration)	61,5	38	38	38	35,5
		Gelatine	Gelatine	Gelatine	Gelatine
		12	12	12	12
% RP (in TS) (errechnet)	46,1	46,7 ¹⁾	49,0 ¹⁾	48,4 ¹⁾	45,9 ¹⁾
Wiederholungs- zahl	3	3	3	3	3
Fische/Wieder- holung	60	60	60	60	60

3.2.1.2. Futterzusammensetzung

Die Futterzusammensetzung ist in Tabelle 9 wiedergegeben.

In Versuch I wurde, ausgehend von der Halver-Diät, Labkasein durch Säurekasein, Eiklarpulver bzw. Soja RP 101 (ergänzt durch 1,5 % DL-Methionin und 1 % Glycin) ersetzt.

¹⁾ Futtermischung mit Gelatine

Alle gereinigten Diäten enthielten zudem noch 28 % Dextrin, 12 % Gelatine, 6.% Maiskeimöl, 3 % Lebertran, 9 % einer Vitaminmischung sowie 4 % einer Mineralstoffmischung. Als Vergleichsfutter wurde eine pelletierte Fischmehlration ohne Gelatineanteil verwendet.

Tabelle A 17 informiert über die Produktspezifikation Gelatine. Über die Produktspezifikationen von Labkasein und Säurekasein siehe Tabellen A 18 und A 19. In Tabelle A 20 sind die AS-Zusammensetzungen von Säurekasein, Eiklarpulver, Soja RP 101 sowie Fischmehl PG 1000 aufgeführt.

Tabelle 9: Futterzusammensetzung (in %) - Versuch I -

Code-Nr.	(1) ⁶⁾	(2)	(3)	(4)	(5)
Fischmehl RP 1000 1)	61,5	-	-	-	-
Labkasein	-	38	-	-	-
Säurekasein	-	-	38	-	-
Eiklar	-	-	-	38	-
Soja RP 101	-	-	-	-	35,5
DL-Methionin	-	-	-	-	1,5
Glycin	-	-	-	-	1,0
Gelatine	-	12	12	12	12
Maisquellmehl	10,0	-	-	-	-
Maisquellstärke	17,1	-	-	-	-
Puritose 2)	2,0	-	-	-	-
Dextrin	-	28	28	28	28
Rotbarschöl	8,0	-	-	-	-
Maiskeimöl	-	6	6	6	6
Dorschlebertran	-	3	3	3	3
Vitaminvormischung 3)	0,6	-	-	-	-
Vitaminmischung 4)	-	9	9	9	9
Mineralstoffmischung 5)	-	4	4	4	4
Chromoxid	0,5	-	-	-	-
Calciumpropionat	0,3	-	-	-	-
gesamt	100	100	100	100	100
% RP in TS	46,1	46,7	49,0	48,4	45,9

Erläuterungen zu Tabelle 9:

- 1) Durchschnittlicher Nährstoffgehalt (in % der Trockensubstanz): RP 69 %, Fett 5 %, Asche 27 %, durchschnittlicher Energiegehalt: 18,1 KJ/g Trockensubstanz
- 2) Maltosehaltiger Sirup der Fa. Maizena (Trockensubstanzgehalt 80 %), in % der TS: 36 % Dextrose, 34 % Maltosereste, 33 % höhere Zucker
- 3) Diese Vitaminvormischung enthält in 6 g (= pro kg der fertigen Futtermischung): 9,00 mg Retinol; 66,6 mcg Cholecalciferol; 100,0 mg DL-Tocopherolacetat; 2,6 mg Menadionsulfit; 10,0 mg Thiamin; 14,4 mg Riboflavin; 6,0 mg Pyridoxin; 60,0 mcg Cobolamin; 200,0 mcg Biotin; 400,0 mcg Folsäure; 40 mg Ca-Pantothenat; 100,0 mg Nikotinsäure; 972 mg Cholin und 160,0 mg Ascorbinsäure.
- 4) Siehe Anhang Tabelle A 8
- 5) Siehe Anhang Tabelle A 10
- 6) Pelletdurchmesser 1,5 mm

Von den Rationen (2) bis (5) wurden jeweils 100 Gewichtsteile mit 200 Gewichtsteilen Wasser versetzt. Zur Zubereitung der fütterungsfertigen Rationen wurde wie in 3.1.2.3. beschrieben verfahren.

3.2.1.3. Versuchsverlauf

In Versuch I (16.10.1980 - 13.11.1980) wurden die Säure- und Labkaseinrationen sowie die Fischmehlpellets zügig verzehrt. Die Eiklarration wurde anfangs etwas langsamer gefressen, nach einer Woche jedoch ebenfalls gut aufgenommen. Die Sojaration wurde anfangs widerwillig aufgenommen, häufig wieder ausgespuckt, nach etwa 10 Tagen aber mit mäßigem Appetit verzehrt.

Während des Versuches verwendeten 5 Forellen, das sind 0,56 % (Ration (1) 1 Fisch; Ration (3) 1 Fisch, Ration (4) 1 Fisch, Ration (5) 2 Fische).

3.2.1.4. Ergebnisse

Tabelle 10 informiert über die Endergebnisse nach 4 Wochen. In der Tabelle A 24 im Anhang finden sich die Zwischenergebnisse (nach 2 Wochen).

Im Vergleich der gereinigten Diäten erreichte bei Versuchsende die Labkaseingruppe die besten Werte (Zunahme der Lebendmasse 1,6 g; spezifische Wachstumsrate α : 0,77 und Futterverwertung 446 g Lebendmassezunahme je kg Futter-TS).

Etwas schlechter waren die Werte für die Säurekaseingruppe (LMZ 1,4 g; α 0,67; FVW 387 g LMZ/kg TS).

Die Eiklarrgruppe schnitt deutlich schlechter ab (LMZ 0,4 g; α 0,18 g; FVW: 102 g LMZ/kg TS). Die Werte betragen ca. 25 % von Gruppe (2). Die Lebendmasse der Sojagruppe lag bei Versuchsende unter der bei Versuchsbeginn (LMZ -0,3 g; α -0,15).

Die Fischmehlgruppe übertraf die Werte der Labkaseingruppe um mehr als das Doppelte (LMZ 4,6 g; α 1,83; FVW 1110 g LMZ/kg TS).

Noch deutlicher unterschieden sich die Ergebnisse bei der Zwischenwiegung. Gruppe (2) erreichte mit einer LMZ von 0,4 g, α 0,39 und FVW 218 g LMZ/kg TS fast doppelt so hohe Werte wie Gruppe (3) (LMZ 0,2 g; α 0,21; FVW 114 g LMZ/kg TS). Gruppe (4) nahm hier leicht ab (LMZ 0,0 g; α -0,05). Die negativen Werte von Gruppe (5) waren gegenüber dem Endergebnis noch deutlicher ausgeprägt (LMZ -0,6 g; α -0,72)

Die Ergebnisse der Gruppen (4) und (5) decken sich mit den Beobachtungen beim Füttern. Gruppe (1) hatte ähnlich gute Werte wie bei Versuchsbeginn (LMZ 2,0 g; α 1,78; FVW 1076 g LMZ/kg TS).

Tabelle 10: 4-Wochenergebnisse Lebendmasse (LM),
Wachstum (LMZ und α), Futtermittelverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch I
60 Fische pro Becken; 3 Wiederholungen

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Fischmehl PG 1000	%	61,5	-	-	-	-
Labkasein	%	-	38,0	-	-	-
Säurekasein	%	-	-	38,0	-	-
Eiklar	%	-	-	-	38,0	-
Soja RP 101	%	-	-	-	-	35,5
Methionin	%	-	-	-	-	1,5
Glycin	%	-	-	-	-	1,0
Gelatine	%	-	12,0	12,0	12,0	12,0
% RP (in TS) errechnet		46,1	46,7	49,0	48,4	45,9
LM (g) VB		6,8	6,9	6,8	6,8	6,8
R		0,1	0,2	0,0	0,1	0,0
LM (g) VE		11,4	8,5	8,2	7,2	6,5
R		0,1	0,4	0,1	0,2	0,5
Relat.		(134)	(100)	(96)	(85)	(76)
LMZ (g)		4,6	1,6	1,4	0,4	- 0,3
R		0,2	0,3	0,0	0,1	0,5
Relat.		(288)	(100)	(88)	(25)	(-19)
α		1,83	0,77	0,67	0,18	- 0,15
R		0,08	0,10	0,01	0,06	0,26
Relat.		(238)	(100)	(87)	(23)	(-19)
FVZ (g TS)		4,1	3,7	3,6	3,6	3,4
R		0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
Relat.		(111)	(100)	(97)	(97)	(92)
FVW (g/kg TS)		1110	446	387	102	-
R		50	69	4	34	-
Relat.		(248)	(100)	(87)	(23)	-
Verluste		1	2	-	1	1

3.2.2. Versuch II

3.2.2.1. Versuchsanlage

Die Versuchsanlage findet sich in Tabelle 11.

Tabelle 11: Versuchsanlage - Versuch II -

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Bezeichnung	"Halver"	Min-Mix neu	Vit-Mix neu	Min+Vit Mix neu	Min+Vit Mix neu +L-Cystin	50 % Labkasein
Proteinträger (% der Ration)	Labkasein 38	Labkasein 38	Labkasein 41,51	Labkasein 40,97	Labkasein 40,82	Labkasein 50
	Gelatine 12	Gelatine 12	Gelatine 13,11	Gelatine 12,94	Gelatine 12,89	Gelatine 15
% RP (in TS) ₁₎ errechnet	39,3	39,3	43,5	42,8	42,9	53,9
% KP (in TS) ₁₎ analysiert	35,8	39,3	41,8	42,0	42,4	54,6
Wiederholungs- zahl	3	3	3	3	3	3
Fische/Wieder- holung	50	50	50	50	50	50

1) Futtermischung ohne Gelatine

3.2.2.2. Futterzusammensetzung

Die Futterzusammensetzung ist in Tabelle 12 wiedergegeben.

In Versuch II wurde die modifizierte Halver'sche Mineralstoff- und Vitaminmischung mit eigenen Formulierungen verglichen.

In Ration (2) wurde eine neue Mineralstoffmischung, in Ration (3) eine neue Vitaminmischung erprobt. In Ration (4) wurden die alten Vitamin- und Mineralstoffmischungen durch die neuen ersetzt. Ration (5), deren Zusammensetzung fast mit Ration (4) übereinstimmt, wurde zusätzlich 0,34 % L-Cystin zugesetzt.

Ration (6) diente als Vergleichsfutter. Sie enthielt einen höheren Rohproteingehalt (50 % Labkasein, 15 % Gelatine). Flocculante wurde an Stelle von Dextrin verwendet; zusätzlich wurden noch 2 % Zellulose zugefügt. Die Ration enthält ferner 0,6 % der neuen Vitaminmischung, 5,6 % der neuen Mineralstoffmischung und 0,4 % L-Cystin. In den Rationen (3) bis (6) wurde an Stelle von Lebertran Rotbarschöl verwendet.

Tabelle 12: Futterzusammensetzung Versuch II (in %)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	38,0	38,0	41,51	40,97	40,82	50,0
L-Cystin	-	-	-	-	0,34	0,4
Gelatine	12,0	12,0	13,11	12,94	12,89	15,0

Dextrin	28,0	26,4	30,58	30,19	30,08	-
Flocculante	-	-	-	-	-	11,4
Zellulose	-	-	-	-	-	2,0
Maiskeimöl	6,0	6,0	6,55	6,47	6,45	-
Dorschlebertran	3,0	3,0	-	-	-	-
Rotbarschöl	-	-	3,28	3,23	3,22	15,0

Vitaminmischung - alt - 1)	9,0	9,0	-	-	-	-
Mineralstoffmi- schung - alt - 2)	4,0	-	4,37	-	-	-
Vitaminmischung - neu - 3)	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6
Mineralstoffmi- schung - neu - 4)	-	5,6	-	5,6	5,6	5,6

gesamt	100	100	100	100	100	100

% RP (in TS)	46,7	46,7	51,1	50,5	50,4	61,1

1) siehe Tabelle A 8

2) siehe Tabelle A 10

3) über die Zusammensetzung der neuen Vitaminmischung informiert Tabelle A 11

4) über die Zusammensetzung der neuen Mineralstoffmischung informiert Tabelle A 12

3.2.2.3. Versuchsverlauf

Versuch II (25.11.1980 bis 23.12.1980) verlief störungsfrei. Das Futter wurde gut aufgenommen.

3.2.2.4. Ergebnisse

Tabelle 13 orientiert über die Endergebnisse. In der Tabelle A 26 im Anhang finden sich die Zwischenergebnisse.

Im 4-Wochenvergleich schnitt Gruppe (2) mit einer neuen Mineralstoffmischung gegenüber den Gruppen (1), (3) und (4) am besten ab (LMZ 3,9 g; α 1,24; FVW 742 g LMZ/kg TS). Die Werte von Gruppe (3) mit der neuen Vitaminmischung (LMZ 3,2 g; α 1,02; FVW 657 g LMZ/kg TS) lagen unter denen von Gruppe (1), die mit der als Kontrolle dienenden Halver'schen Diät gefüttert worden war (LMZ 3,4 g; α 1,10; FVW 657 g LMZ/kg TS). Gruppe (5) mit der neuen Vitamin- und Mineralstoffmischung sowie einem Zusatz von 0,34 % L-Cystin übertraf alle anderen Gruppen mit vergleichbarem RP-Angebot deutlich (LMZ 4,2 g; α 1,30; FVW 775 g LMZ/kg TS). In Gruppe (6), deren Futter einen höheren Labkasein- und Fettanteil enthielt, wurden die absolut besten Leistungen gemessen (LMZ 5,1 g; α 1,53; FVW 903 g LMZ/kg TS).

Bei der Zwischenwiegung lagen α 0,99 und FVW 572 g LMZ/kg TS von Gruppe (1) etwas über den Werten von Gruppe (2) (α 0,92; FVW 524 g LMZ/kg TS). Gruppe (3) lag deutlich hinter den Gruppen (1) und (2) (α 0,81; FVW 459 g LMZ/kg TS). Die Gruppen (4) und (5) lagen etwas über den Werten von Gruppe (1) (α 1,04 bzw. 1,05; FVW 596 bzw. 604 g LMZ/kg TS). Gruppe (6) schnitt auch hier besser ab als alle anderen Gruppen (α 1,69; FVW 1016 g LMZ/kg TS).

Tabelle 13: 4-Wochenenergebnisse: Lebendmasse (LM),
Wachstum (LMZ und α), Futtermittelverzehr
(FVZ) und Futtermittelverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch II
50 Fische pro Becken; 3 Wiederholungen

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	%	38,0	38,0	41,51	40,97	40,82	50,0
Gelatine	%	12,0	12,0	13,11	12,94	12,89	15,0
L-Cystin	%	-	-	-	-	0,34	0,4
% RP (in TS) errechnet		46,7	46,7	51,1	50,5	50,4	61,1
LM (g) VB		9,7	9,7	9,6	9,7	9,7	9,7
R		0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
LM (g) VE		13,1	13,6	12,8	13,6	13,9	14,8
R		0,6	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4
Relat.		(100)	(104)	(93)	(104)	(106)	(113)
LMZ (g)		3,4	3,9	3,2	3,9	4,2	5,1
R		0,6	0,7	0,5	0,4	0,5	0,4
Relat.		(100)	(115)	(94)	(115)	(124)	(150)
α		1,10	1,24	1,02	1,22	1,30	1,53
R		0,19	0,19	0,13	0,10	0,13	0,09
Relat.		(100)	(113)	(93)	(111)	(118)	(139)
FVZ (g TS)		5,4	5,4	5,3	5,4	5,4	5,7
R		0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
Relat.		(100)	(100)	(98)	(100)	(100)	(106)
FVW (g/kg TS)		657	742	595	719	775	903
R		112	115	82	71	68	69
Relat.		(100)	(113)	(91)	(109)	(118)	(137)
Verluste		-	-	-	-	-	-

3.2.3. Versuch III

3.2.3.1. Versuchsanlage

Über die Versuchsanlage von Versuch III informiert Tabelle 14.

Tabelle 14: Versuchsanlage - Versuch III

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Bezeichnung	Kontrolle	Labkasein	Säurekasein	Eiklar	Globulal
Proteinträger % der Ration	Fischmehl 61,5	Labkasein 50	Säurekasein 50	Eiklar 50	Globulal 50
		Gelatine 15	Gelatine 15	Gelatine 15	Gelatine 15
% RP (in TS) ¹⁾ errechnet	46,1	53,9	58,0	56,4	46,4
% RP (in TS) ¹⁾ analysiert	-	56,9	57,2	56,4	43,3
Wiederholungs- zahl	3	3	3	3	3
Fische/Wieder- holung	50	50	50	50	50

1) Futtermischung ohne Gelatine

3.2.3.2. Futterzusammensetzung

Tabelle 15 informiert über die Futterzusammensetzung.

Im dritten Versuch wurde, ausgehend von der Zusammensetzung von Ration (6) des vorhergehenden Versuchs, Labkasein, bei sonst identischen Futterkomponenten, gegen Säurekasein, Eiklarpulver und Globulal 70 N getestet. Als Vergleichsfutter diente wieder die schon in Versuch I verwendete pelletierte Fischmehlration.

Tabelle A 21 informiert über die Produktspezifikation von Globulal 70 N.

Tabelle 15: Futterzusammensetzung (in %) - Versuch III

Code-Nr.	(1) ⁶⁾	(2)	(3)	(4)	(5)
Fischmehl PG 1000 ¹⁾	61,5	-	-	-	-
Labkasein	-	50	-	-	-
Säurekasein	-	-	50	-	-
Eiklar	-	-	-	50	-
Globulal 70 N	-	-	-	-	50
L-Cystin	-	0,4	0,4	0,4	0,4
Gelatine	-	15	15	15	15
Maisquellmehl	10,0	-	-	-	-
Maisquellstärke	17,1	-	-	-	-
Puritose ²⁾	2,0	-	-	-	-
Flocculante	-	11,4	11,4	11,4	11,4
Zellulose	-	2	2	2	2
Rotbarschöl	8,0	15	15	15	15
Vitaminvor- mischung ³⁾	0,6	-	-	-	-
Vitaminmischung neu ⁴⁾	-	0,6	0,6	0,6	0,6
Mineralstoffmischung neu ⁵⁾	-	5,6	5,6	5,6	5,6
Chromoxid	0,5	-	-	-	-
Calciumpropionat	0,3	-	-	-	-
gesamt	100	100	100	100	100
% RP (in TS)	46,1	61,1	64,1	63,3	54,8

1), 2), 3): siehe Tabelle 9, Anm. 1), 2) und 3).

4) siehe Tabelle A 11

5) siehe Tabelle A 12

6) Pelletdurchmesser 1,5 mm

3.2.3.3. Versuchsverlauf

Versuch III (30.12.1980 - 27.01.1981) verlief ebenfalls ohne Störungen. Die Futteraufnahme war gut.

3.2.3.4. Ergebnisse

Tabelle 16 unterrichtet über die Endergebnisse. In der Tabelle A 28 im Anhang sind die Zwischenergebnisse wiedergegeben.

Im 4-Wochenenergebnis erreichte wieder die Labkasein-gruppe von allen geprüften gereinigten Diäten die besten Ergebnisse (LMZ 5,6 g; α 1,20; FVW 696 g LMZ/kg TS). Damit wurden im Vergleich zu den Proteinquellen Säurekasein, Molkenprotein und Eiklarprotein mit Labkasein die besten Ergebnisse erzielt. Die Leistungen der Kontrollgruppe mit Fischmehl wurden allerdings nicht erreicht. Die Lebendmassezunahme dieser Gruppe lag mit 10,6 g um 89 %, die spezifische Wachstumsrate von 2,00 mit 67 % und die Futterverwertung von 1217 g LMZ/kg TS mit 75 % über den Werten der Labkasein-gruppe.

In der Tendenz waren die Endergebnisse des Versuchs bereits nach zwei Versuchswochen ausgeprägt.

Tabelle 16: 4-Wochenenergebnisse: Lebendmasse (LM),
Wachstum (LMZ und α), Futtermittelverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch III
50 Fische pro Becken; 3 Wiederholungen

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Fischmehl PG 1000	61,5	-	-	-	-
Labkasein	-	50,0	-	-	-
Säurekasein	-	-	50,0	-	-
Eiklarpulver	-	-	-	50,0	-
Globulal 70 N	-	-	-	-	50,0
L-Cystin	-	0,4	0,4	0,4	0,4
Gelatine	-	15,0	15,0	15,0	15,0
% RP (in TS) errechnet	46,1	61,1	64,1	63,3	54,8
LM (g) VB	14,2	14,3	14,3	14,3	14,3
R	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1
LM (g) VE	24,8	19,9	19,7	16,1	19,2
R	0,0	0,1	0,5	0,3	0,2
Relat.	(125)	(100)	(99)	(81)	(96)
LMZ (g)	10,6	5,6	5,4	1,8	4,9
R	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1
Relat.	(189)	(100)	(96)	(32)	(88)
α	2,0	1,20	1,15	0,43	1,07
R	0,02	0,04	0,08	0,04	0,02
Relat.	(167)	(100)	(96)	(36)	(89)
FVZ (g TS)	8,7	8,1	8,2	7,6	8,0
R	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1
Relat.	(107)	(100)	(101)	(94)	(99)
FVW (g/kg TS)	1217	696	661	243	621
R	9	19	49	26	13
Relat.	(175)	(100)	(95)	(35)	(89)
Verluste	-	-	-	-	-

3.2.4. Versuche IV und V

3.2.4.1. Versuchsanlage

Die Versuchsanlage findet sich in Tabelle 17.

Tabelle 17: Versuchsanlage - Versuche IV und V

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Bezeichnung	40% Kasein	40% Kasein	40% Kasein	40% Kasein	50% Kasein	50% Kasein
Proteinträger % der Ration	Labkasein 40	Labkasein 40	Labkasein 40	Labkasein 40	Labkasein 50	Labkasein 50
	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10
Fischöl (%)	12	15	18	21	12	15
% RP (in TS) errechnet ¹⁾	40,8	40,8	40,8	40,8	50,9	50,9
% RP (in TS) analysiert ¹⁾	36,2	36,6	38,0	36,4	48,6	48,2
Wiederholungs- zahl						
Versuch IV	2	2	3	3	2	3
Versuch V	3	3	2	2	3	2
Fische/Wieder- holung	30	30	30	30	30	30

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Bezeichnung	50% Kasein	50% Kasein	60% Kasein	60% Kasein	60% Kasein	60% Kasein
Proteinträger % der Ration	Labkasein 50	Labkasein 50	Labkasein 60	Labkasein 60	Labkasein 60	Labkasein 60
	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10
Fischöl (%)	18	21	12	15	18	21
% RP (in TS) errechnet ¹⁾	50,9	50,9	61,0	61,0	61,0	61,0
% RP (in TS) analysiert ¹⁾	51,0	48,6	60,7	59,6	63,9	63,3
Wiederholungs- zahl						
Versuch IV	3	2	3	3	2	2
Versuch V	2	3	2	2	3	3
Fische/Wieder- holung	30	30	30	30	30	30

1) Futtermischung ohne Gelatine

3.2.4.2. Futterzusammensetzung

In beiden Versuchen wurde bei drei verschiedenen Labkaseingehaltsstufen (40, 50 und 60% Anteil an der Ration) der Rotbarschölanteil jeweils um 3 % von 12 % bis auf 21 % erhöht. Sowohl der Anstieg der Labkaseinkonzentration als auch der jeweilige Anstieg des Ölanteils gingen auf Kosten von Flocculante, während die Anteile der anderen Futterkomponenten gleich blieben.

Tabellen 18 a und b informieren über die Futterzusammensetzung.

Tabelle 18 a: Futterzusammensetzung (in %) - Versuche IV und V

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	40	40	40	40	50	50
L-Cystin	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Gelatine	10	10	10	10	10	10
Flocculante	29,4	26,4	23,4	20,4	19,4	16,4
Sirona	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Rotbarschöl	12	15	18	21	12	15
Vitaminmischung neu ¹⁾	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Mineralstoffmischung neu ²⁾	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
gesamt	100	100	100	100	100	100
% RP (in TS)	47,0	47,0	47,0	47,0	56,0	56,0

1) Über die Zusammensetzung der Vitaminmischung informiert Tabelle A 11

2) Über die Zusammensetzung der Mineralstoffmischung informiert Tabelle A 12

Tabelle 18 b: Futterzusammensetzung (in %) - Versuche IV und V

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Labkasein	50	50	60	60	60	60
L-Cystin	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Gelatine	10	10	10	10	10	10
Flocculante	13,4	10,4	9,4	6,4	3,4	0,4
Sirona	2	2	2	2	2	2
Rotbarschöl	18	21	12	15	18	21
Vitaminmischung neu ¹⁾	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Mineralstoffmischung neu ²⁾	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
gesamt	100	100	100	100	100	100
% RP (in TS)	56,0	56,0	65,5	65,5	65,5	65,5

- 1) Über die Zusammensetzung der Vitaminmischung informiert Tabelle A 11
- 2) Über die Zusammensetzung der Mineralstoffmischung informiert Tabelle A 12

3.2.4.3. Versuchsverlauf

3.2.4.3.1. Versuch IV

In Versuch IV (12.02.1981 - 12.03.1981) verendete in einem Rundbecken ein Fisch (Ration (8)).

Das Futter wurde zügig gefressen.

3.2.3.3.2. Versuch V

In Versuch V (16.03.1981 - 13.04.1981) verendeten in einem Glasaquarium 3 Fische (Ration (8)). Aus einem Rundbecken war zwei Tage nach Versuchsbeginn ein Fisch mit einem geschätzten Gewicht von 35 g herausgesprungen (Gruppe (3)) und irrtümlich in ein Nachbarbecken (Gruppe (6)) gesetzt worden.

Das Futter wurde gut aufgenommen.

3.2.4.4. Ergebnisse (Versuche IV und V)

Die Endergebnisse sind in den Tabellen 19 a und b zusammengefaßt, die Zwischenergebnisse sind in den Tabellen A 30 a und b im Anhang aufgeführt.

Die Ergebnisse von Versuch IV und dessen Wiederholungsversuch V wurden zusammengefaßt, um eine höhere Wiederholungszahl zu erhalten.

Alle 12 Rationen enthielten 10 % Gelatine, die Rationen (1) bis (4) dazu 40 % Labkasein, die Rationen (5) bis (8) 50 % und die Rationen (9) bis (12) 60 % Labkasein.

Innerhalb der 40 %-Labkaseinstufe erreichten bei Versuchsende die Rationen mit den niedrigeren Fettgehalten bessere Ergebnisse als die Rationen mit höheren Fettanteilen. Die Werte der Rationen (1) (12 % Fett) und (2) (15 % Fett) lagen dicht zusammen (LMZ 7,9 g bzw. 7,9 g; α 0,97 bzw. 0,96; FVW 554 bzw. 553 g LMZ/kg TS). Auch die Werte von Ration (3) (18 % Fett) und (4) (21 % Fett) unterschieden sich nur unwesentlich (LMZ 6,3 g bzw. 6,3 g; α 0,86 bzw. 0,85, FVW 488 bzw. 490 g LMZ/kg TS).

Ähnlich verhielt es sich bei den Rationen mit 50 % Labkaseinanteil. Ration (5) mit 12 % und Ration (6) mit 15 % Rotbarschöl erreichten mit den Werten LMZ 9,6 g bzw. 8,8 g; α 1,13 bzw. 1,12 und FVW 653 bzw. 650 g LMZ/kg TS bessere Ergebnisse als die Rationen (7) und (8) (LMZ 8,6 g bzw. 8,9 g; α 1,10 bzw. 1,04; FVW 635 bzw. 603 g LMZ/kg TS) mit den Fettstufen 18 % und 21 %.

Bei den Rationen mit 60 % Labkaseinanteil erreichten allerdings die Rationen mit den beiden höchsten Fettanteilen die besten Ergebnisse. Die Werte für die

Rationen (9) und (10) mit 12 % bzw. 15 % Rotbarschöl lagen dicht zusammen (LMZ 9,8 bzw. 9,8 g; ∞ 1,22 bzw. 1,23; FVW 703 bzw. 715 g LMZ/kg TS).

Auch die Werte der Rationen (11) und (12) mit 18 % bzw. 21 % Fettgehalt zeigten große Übereinstimmung (LMZ 10,9 bzw. 10,8 g; ∞ 1,28 bzw. 1,28; FVW 745 bzw. 746 g LMZ/kg TS).

Zusammenfassend zeigt sich, daß bei den Futtermischungen mit 40 % bzw. 50 % Labkaseinanteil die Rationen mit den geringeren Fettgehalten besser abschnitten. Bei den Mischungen mit 60 % Labkasein erbrachten die Rationen mit den höheren Fettgehaltsstufen die besseren Resultate.

Die Werte der Zwischenwiegung zeigen allerdings etwas andere Ergebnisse.

Bei 40 % Labkaseingehalt lag Ration (3) (18 % Fett) knapp hinter Ration (1) (12 % Fett), danach folgten die Rationen (2) (15 % Fett) und (4) (21 % Fett). Bei den Rationen mit 50 % Labkasein war Ration (7) (18 % Fett) knapp hinter Ration (5) (12 % Fett), die Rationen (6) (15 % Fett) und (8) (21 % Fett) brachten schlechtere Ergebnisse. Dagegen erbrachten bei den Rationen mit 60 % Labkasein die Rationen (9) und (10) mit den niedrigeren Fettgehalten bessere Resultate als die Rationen (11) und (12).

Bei allen Labkaseinstufen schnitten bis zur Zwischenwiegung die Rationen mit 21 % Fett am schlechtesten ab, die Rationen mit 12 % Fett hatten die besten Werte.

Tabelle 19: Wiegeergebnisse, Gewicht pro Einzelfisch
- Versuche IV und V
30 Fische pro Becken; 5 Wiederholungen

Tabelle 19 a: 4-Wochenenergebnisse, Lebenmasse (LM),
Wachstum (LMZ und α), Futterverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuche IV und V
30 Fische pro Becken

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	%	40,0	40,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Gelatine	%	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
L-Cystin	%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Rotbarschöl	%	12,0	15,0	18,0	21,0	12,0	15,0
% RP (in TS) errechnet		47,0	47,0	47,0	47,0	56,0	56,0
LM (g) VB		25,7	25,8	24,1	24,1	25,7	24,1
R		8,1	8,2	8,1	8,0	8,0	8,3
LM (g) VE		33,6	33,7	30,4	30,4	35,8	32,9
R		11,6	12,5	8,2	8,9	13,7	13,1
Relat.		(100)	(100)	(90)	(90)	(105)	(98)
LMZ (g)		7,9	7,9	6,3	6,3	9,6	8,8
R		3,7	4,6	4,1	2,0	5,8	5,1
Relat.		(100)	(100)	(80)	(80)	(122)	(111)
α		0,97	0,96	0,86	0,85	1,13	1,12
R		0,35	0,26	0,70	0,41	0,37	0,28
Relat.		(100)	(99)	(89)	(88)	(116)	(115)
FVZ (g)		14,3	14,3	13,4	13,2	14,6	13,5
R		4,6	4,8	4,3	4,3	5,0	4,9
Relat.		(100)	(100)	(94)	(92)	(102)	(94)
FVW (g LMZ/kg TS)		554	553	488	490	653	650
R		216	160	417	254	224	162
Relat.		(100)	(100)	(88)	(88)	(118)	(117)
Verluste		-	-	1)	-	-	2)

1) Versuch V: 1 Becken: n = 29

2) Versuch V: 1 Becken: n = 31

Tabelle 19: Wiegeergebnisse, Gewicht pro Einzelfisch
- Versuche IV und V
30 Fische pro Becken; 5 Wiederholungen

Tabelle 19 b: 4-Wochenenergebnisse, Lebenmasse (LM),
Wachstum (LMZ und α), Futtermittelverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuche IV und V
30 Fische pro Becken

Code-Nr.		(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Labkasein	%	50,0	50,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Gelatine	%	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
L-Cystin	%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Rotbarschöl	%	18,0	21,0	12,0	15,0	18,0	21,0
% RP (in TS)	errechnet	56,0	56,0	65,5	65,5	65,5	65,5
LM (g) VB		24,1	25,7	24,1	24,1	25,8	25,7
R		8,0	8,1	8,2	8,3	8,1	8,0
LM (g) VE		32,7	34,6	33,9	33,9	36,7	36,5
R		11,0	15,8	12,8	11,5	12,5	11,6
Relat.		(97)	(103)	(101)	(101)	(109)	(109)
LMZ (g)		8,6	8,9	9,8	9,8	10,9	10,8
R		3,0	7,9	5,0	3,6	4,4	3,7
Relat.		(109)	(113)	(124)	(124)	(138)	(137)
α		1,10	1,04	1,22	1,23	1,28	1,28
R		0,28	0,60	0,20	0,28	0,30	0,29
Relat.		(113)	(107)	(126)	(127)	(132)	(132)
FVZ (g)		13,6	14,4	13,9	13,8	14,7	14,6
R		4,8	5,1	5,1	4,8	4,3	4,3
Relat.		(95)	(101)	(97)	(97)	(103)	(102)
FVW (g LMZ/kg TS)	635	603	703	715	745	746	
R	160	360	127	170	183	166	
Relat.		(115)	(109)	(127)	(129)	(134)	(135)
Verluste		-	4 ³⁾	-	-	-	-

3) Versuch IV: 1 toter Fisch

Versuch V: 3 tote Fische

3.2.5. Versuch VI

3.2.5.1. Versuchsanlage

Die Versuchsanlage von Versuch VI findet sich in Tabelle 20.

Tabelle 20: Versuchsanlage - Versuch VI

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Bezeichnung	40 % Kasein	40 % Kasein 0,2 % Cystin	40 % Kasein 0,4 % Cystin	40 % Kasein 0,6 % Cystin	40 % Kasein 0,2 % Methionin	40 % Kasein 0,6 % Methionin
Proteinträger (% der Ration)	Labkasein 40	Labkasein 40	Labkasein 40	Labkasein 40	Labkasein 40	Labkasein 40
	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10
% RP errechnet ¹⁾	46,6	46,7	46,9	47,0	46,7	47,0
% RP analysiert ¹⁾	43,4	43,9	45,4	44,6	45,6	47,5
Wiederholungs- zahl (Glasaqua- rien)	3	3	3	3	3	3
Fische/Wieder- holung	30	30	30	30	30	30

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)
Bezeichnung	60 % Labkasein	Kasein/ FPC	Kasein/AS- Mischung
Proteinträger (% der Ration)	Labkasein 60	Labkasein 50	Labkasein 30
		FPC 10	AS-Mischung 35,21
	Gelatine 10	Gelatine 10	Gelatine 10
% RP errechnet ¹⁾	65,1	64,9	65,2
% RP analysiert ¹⁾	71,9	70,6	72,2
Wiederholungs- zahl (Rund- becken)	3	3	3
Fische/Wieder- holung	20	20	20

1) Futtermischung mit Gelatine

3.2.5.2. Futterzusammensetzung

Über die Futterzusammensetzung informiert Tabelle 21.

Die Rationen (1) bis (6) wurden in den Glasaquarien gefüttert. Ration (1) mit 40 % Labkasein und 10 % Gelatine diente als Vergleichsfutter für Variationen mit verschiedenen Aminosäurezusätzen. Ration (2) wurde 0,2 % L-Cystin, Ration (3) 0,4 % L-Cystin und Ration (4) 0,6 % L-Cystin zugefügt. Die Rationen (5) und (6) erhielten eine Zugabe von 0,2 % bzw. 0,6 % DL-Methionin.

Die Rationen (7) bis (9) wurden in der Rundbeckenanlage getestet. Ration (6) mit 60 % Labkasein und 10 % Gelatine diente als Vergleichsration für die beiden weiteren Rationen. Ration (8) enthielt neben einem Anteil von 50 % Labkasein einen Zusatz von 10 % FPC, in Ration (9) wurde der 30 %ige Labkaseinanteil durch 35,21 % einer Aminosäurenmischung ergänzt. Außerdem wurde in der letztgenannten Ration bei der Mineralstoffmischung auf den Kochsalzanteil verzichtet.

Die Tabellen 21 a und b informieren über die Rationszusammensetzung.

Die Tabelle A 22 informiert über die Produktspezifikation von FPC.

In Tabelle A 14 ist die Zusammensetzung der Mineralstoffmischung ohne Kochsalzanteil aufgeführt.

Tabelle A 15 gibt Auskunft über die Zusammensetzung der Aminosäurenmischung.

Tabelle 21 a: Futterzusammensetzung - Versuch VI

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	40	40	40	40	40	40
L-Cystin	-	0,2	0,4	0,6	-	-
DL-Methionin	-	-	-	-	0,2	0,6
Gelatine	10	10	10	10	10	10
Flocculante	26,8	26,6	26,4	26,2	26,6	26,2
Zellulose	2	2	2	2	2	2
Rotbarschöl	15	15	15	15	15	15
Vitaminmi- schung neu 1)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Mineralstoff- mischung neu 2)	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
gesamt	100	100	100	100	100	100
% RP (in TS)	46,6	46,7	46,9	47,0	46,7	47,0

Tabelle 21 b: Futterzusammensetzung - Versuch VI

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)
Labkasein	60	50	30
F P C	-	10	-
AS-Mischung 4)	-	-	35,21
L-Cystin	0,4	0,4	-
Gelatine	10	10	10
Flocculante	6,4	6,4	6,4
Zellulose	2	2	2
Rotbarschöl	15	15	15
Vitaminmi- schung neu 1)	0,6	0,6	0,6
Mineralstoff- mischung neu 2)	5,6	5,6	-
Mineralstoffmi- schung ohne NaCl 3)	-	-	5,15
gesamt	100	100	100
% RP (in TS)	65,1	64,9	65,2

1) siehe Tabelle A 11

2) siehe Tabelle A 12

3) Siehe Tabelle A 14

4) siehe Tabelle A 15

3.2.5.3. Versuchsverlauf

In Versuch VI (23.04.1981 bis 21.05.1981) verendeten in einem Glasaquarium und einem Rundbecken (Ration (2) bzw. Ration (8) je ein Fisch. Das Futter wurde gut aufgenommen.

3.2.5.4. Ergebnisse

Aus den Tabellen 22 a und b lassen sich die Endergebnisse entnehmen. Die Zwischenergebnisse sind in den Tabellen A 32 a und b im Anhang aufgelistet.

Versuch VI war in zwei Teile gegliedert. In Teil A enthielten die Rationen (1) bis (6) je 40 % Labkasein. Gruppe (1) diente als Vergleichsgruppe für die Gruppen (2) bis (6), deren Futter zusätzlich Aminosäurezugaben enthielt.

Im 4 Wochenvergleich hatten alle Rationen mit einem Aminosäurezusatz bessere Resultate als Gruppe (1) (LMZ 13,0 g; α 1,01; FVW 576 g LMZ/kg TS). Die Werte von Ration (2) (mit 0,2 % L-Cystinzusatz) und Ration (5) (mit 0,2 % DL-Methioninzusatz) stimmten mit diesen Werten fast überein (LMZ 13,5 g bzw. 13,6 g; α 1,04 bzw. 1,05; FVW 595 g bzw. 600 g LMZ/kg TS). Die Werte von Ration (3) (0,4 % L-Cystinzusatz) und Ration (4) (0,6 % L-Cystinzugabe) lagen ebenfalls eng zusammen (LMZ 14,4 bzw. 14,3 g; α 1,10 bzw. 1,09; FVW 630 bzw. 622 g LMZ/kg TS). Sie lagen deutlich über den Werten der Gruppen (1), (2) und (5). Die besten Resultate erzielte jedoch Gruppe (6) mit einem Futterzusatz von 0,6 % DL-Methionin (LMZ 15,4 g; α 1,16; FVW 669 g LMZ/kg TS).

In Teil B diente Ration (7) mit einem Anteil von 60 % Labkasein als Vergleichsration für die Rationen mit 50 % Labkasein und 10 % FPC bzw. 30 % Labkasein und

35,21 % einer Aminosäurenmischung. Die FPC-enhalten-
de Ration führte zu den Werten LMZ 16,7 g; α 1,25;
FVW 729 g LMZ/kg TS, die deutlich über den Werten der
Gruppe mit 60 % Labkasein im Futter lagen (LMZ 14,1 g;
 α 1,08; FVW 623 g LMZ/kg TS).

Die Ration mit der AS-Mischung (LMZ 12,9 g; α 1,00;
FVW 571 g LMZ/Kg TS) schnitt deutlich schlechter ab
als die Vergleichsration.

Die 2-Wochenenergebnisse zeigten dieselbe Tendenz.

Tabelle 22 a: 4-Wochenenergebnisse Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und α), Futterverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ)/kg
Futter TS) - Versuch VI Teil A
30 Fische pro Becken; 3 Wiederholungen

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	%	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Gelatine	%	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
L-Cystin	%	-	0,2	0,4	0,6	-	-
DL-Methionin	%	-	-	-	-	0,2	0,6
Fischprotein- konz.	%	-	-	-	-	-	-
AS-Mischung	%	-	-	-	-	-	-
% RP (in TS) errechnet		46,6	46,7	46,9	47,0	46,7	47,0
LM (g) VB		40,3	40,3	40,3	40,2	40,3	40,3
R		0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
LM (g) VE		53,3	53,8	54,7	54,5	53,9	55,7
R		2,9	0,9	0,1	0,6	0,6	1,4
Relat.		(100)	(101)	(103)	(102)	(101)	(105)
LMZ (g)		13,0	13,5	14,4	14,3	13,6	15,4
R		2,9	0,6	0,1	0,5	0,9	1,4
Relat.		(100)	(104)	(111)	(110)	(105)	(118)
α		1,01	1,04	1,10	1,09	1,05	1,16
R		0,20	0,04	0,02	0,03	0,07	0,10
Relat.		(100)	(103)	(109)	(108)	(104)	(115)
FVZ (g)		22,6	22,8	22,9	22,9	22,8	23,1
R		0,3	0,1	0,1	0,2	0,0	0,4
Relat.		(100)	(101)	(101)	(101)	(101)	(102)
FVW (g/kg TS)		576	595	630	622	600	669
R		124	24	5	18	39	50
Relat.		(100)	(103)	(109)	(108)	(104)	(116)
Verluste		-	1	-	-	-	-

Tabelle 22 b: 4-Wochenenergebnisse Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und ∞), Futterverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ)/kg
Futter TS) - Versuch VI Teil B
20 Fische pro Becken; 3 Wiederholungen

Code-Nr.		(7)	(8)	(9)
Labkasein	%	60,0	50,0	30,0
Gelatine	%	10,0	10,0	10,0
L-Cystin	%	0,4	0,4	-
DL-Methionin	%	-	-	-
Fischprotein- konz.	%	-	10,0	-
AS-Mischung	%	-	-	35,21
% RP (in TS) errechnet		65,1	64,9	65,2
LM (g) VB		40,3	40,4	40,4
R		0,6	0,2	0,5
LM (g) VE		54,4	57,1	53,3
R		2,6	3,7	6,5
Relat.		(100)	(105)	(98)
LMZ (g)		14,1	16,7	12,9
R		2,5	3,5	7,0
Relat.		(100)	(118)	(91)
∞		1,08	1,25	1,00
R		0,17	0,22	0,49
Relat.		(100)	(116)	(93)
FVZ (g)		22,7	22,9	22,6
R		0,3	0,8	0,4
Relat.		(100)	(101)	(100)
FVW (g/kg TS)		623	729	571
R		99	128	301
Relat.		(100)	(117)	(92)
Verluste		-	1	-

3.2.6. Versuch VII

3.2.6.1. Versuchsanlage

Die Versuchsanlage findet sich in Tabelle 23.

Tabelle 23: Versuchsanlage

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Bezeichnung	FPC	"Halver"	Eiklar	Kasein	Kasein + 1 % Arginin	Kasein + mod. Min-Mix
Proteinträger	FPC	Labkasein	Eiklar	Labkasein	Labkasein	Labkasein
% der Ration	50	38	60	60	60	60
		Gelatine		Gelatine	Gelatine	Gelatine
		12		10	10	10
%% RP (in TS) ₁₎ errechnet	44,6	39,3	57,1	61,0	63,2	61,0
% RP (in TS) ₁₎ analysiert	50,3	39,2	53,6	63,7	64,2	61,8
Wiederholungs- zahl	5	5	5	5	5	5
Fische/Wieder- holung	35 ²⁾	35 ²⁾	35	35	35	35 ²⁾

1) Futtermischung ohne Gelatineanteil

2) 1 Becken nur 34 Fische

3.2.6.2. Futterzusammensetzung

Tabelle 24 informiert über die Futterzusammensetzung.

In Versuch VII wurden in Ration (1) als Vergleichsfutter Pellets mit 50 % FPC-Anteil ohne Gelatine gefüttert. Als zweite Ration wurde wieder die bereits in Versuch I eingesetzte Halver'sche Diät erprobt. Ration (3) wurde ebenfalls ohne Gelatine pelletiert und enthielt 60 % Eiklarpulver. Die übrigen Rationen wurden wieder auf Gelatinebasis angerührt. Ration (4) enthält neben 60 % Labkasein 0,6 % DL-Methionin, der

Ration (5) wurde zusätzlich noch 1 % Arginin zugefügt. in Ration (6) wurden bei 60 % Labkasein und 0,6 % DL-Methionin 3,75 % einer modifizierten Mineralstoffmischung ohne KH_2PO_4 eingemischt.

In Tabelle A 16 findet sich die Zusammensetzung der modifizierten Mineralstoffmischung ohne KH_2PO_4 .

Tabelle 24: Rationszusammensetzung - Versuch VII

Code-Nr.	(1) ⁷⁾	(2)	(3) ⁷⁾	(4)	(5)	(6)
FPC	50	-	-	-	-	-
Labkasein	-	38	-	60	60	60
Eiklar	-	-	60	-	-	-
DL-Methionin	-	-	-	0,6	0,6	0,6
Arginin	-	-	-	-	1	-
Gelatine	-	12	-	10	10	10
Maisquellmehl	10	-	-	-	-	-
White Dextrin	-	28	-	-	-	-
Flocculante	28,1	-	16,8	6,2	5,2	8,0
Zellulose	-	-	2	2	2	2
Maiskeimöl	-	6	-	-	-	-
Dorschlebertran	-	3	-	-	-	-
Rotbarschöl	11	-	15	15	15	15
Luprosil ¹⁾	0,3	-	-	-	-	-
Vitaminmischung ²⁾	-	9	-	-	-	-
Mineralstoffmischung ³⁾	-	4	-	-	-	-
Vitaminmischung neu ⁴⁾	0,6	-	0,6	0,6	0,6	0,6
Mineralstoffmischung neu ⁵⁾	-	-	5,6	5,6	5,6	-
Mineralstoffmischung modifiz. ⁶⁾	-	-	-	-	-	3,75
gesamt	100	100	100	100	100	100
% RP (in IS)	44,6	46,7	57,1	65,2	67,4	65,2

Anmerkungen zu Tabelle 24:

- 1) Luprosil: Ca-Propionat der Fa. BASF, Ludwigshafen
- 2) siehe Tabelle A 8, Zusammensetzung der Vitaminmischung
- 3) siehe Tabelle A 10, Zusammensetzung der Mineralstoffmischung
- 4) siehe Tabelle A 11, Zusammensetzung der Vitaminmischung neu
- 5) siehe Tabelle A 12, Zusammensetzung der Mineralstoffmischung neu
- 6) siehe Tabelle A 16, Zusammensetzung der Mineralstoffmischung modifiziert
- 7) Pelletdurchmesser 1,5 mm

3.2.6.3, Versuchsverlauf

In Versuch VII (29.09.1981 - 27.10.1981) verendeten in der Rundbeckenanlage drei Forellen (Ration (6) 2 Fische, Ration (4) 1 Fisch).

In einem Glasaquarium betrug die Anzahl der Fische bei der Zwischenwiegung 32 (von 35 eingesetzten), bei Versuchsende nur noch 30 (Ration (2)). In einem anderen Glasaquarium konnten bei der Zwischenwiegung nur 33 Fische (von 35 eingesetzten) gezählt werden (ebenfalls Ration (2)).

Da in den Aquarien keine verendeten Fische beobachtet, noch welche am Boden unter den Becken gefunden wurden, wird angenommen, daß diese über Nacht verendeten und über die Abflußvorrichtung abgesaugt wurden.

Das Futter wurde gut aufgenommen.

3.2.6.4. Ergebnisse

Tabelle 25 enthält die Endergebnisse von Versuch VII, in der Tabelle A 34 im Anhang finden sich die Zwischenergebnisse.

In diesem Versuch wurde, im Gegensatz zu den vorhergehenden Versuchen, die Tagesration mit nur 1,5 % TS der Lebendmasse zugemessen. Pelletiertes Futter auf der Basis von FPC (50 %) führte zu mehr als doppelt so hohen Werten bei den 4-Wochenenergebnissen, wie sie in Gruppe (2) mit der SRD nach Halver ermittelt wurden (LMZ 3,5 g bzw. 1,4 g; α 1,36 bzw. 0,63; FVW 1070 g bzw. 469 g LMZ/kg TS).

Die Pellets der Eiklarration (60 %) lagen bei den Parametern α und FVW um ca. 14 % unter Gruppe (2) (SRD).

Ein Argininzusatz zu einer Kasein-Gelatine-Ration wirkte sich auf Wachstum und Futterverwertung nicht positiv aus. Auch die nochmals modifizierte Mineralstoffmischung führte nicht zu besseren Leistungsdaten als die Futterzusammensetzung in der Gruppe (4).

Im 2-Wochenvergleich zeigten sich ähnliche Verhältnisse. Gruppe (3) lag jedoch sehr nah an Gruppe (2).

Tabelle 26 informiert über die Verwertung des Nahrungsstickstoffs und der Nahrungsenergie.

Tabelle 25: 4-Wochenenergebnisse Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und α), Futterverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ)/kg
Futter TS) - Versuch VII
35 Fische pro Becken; 5 Wiederholungen

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
FPC	% 50	-	-	-	-	-
Labkasein	% -	38	-	60	60	60
Eiklar	% -	-	60	-	-	-
DL-Methionin	% -	-	-	0,6	0,6	0,6
Arginin	% -	-	-	-	1	-
Gelatine	% -	12	-	10	10	10
% RP (in TS) errechnet	44,6	46,7	57,1	65,2	67,4	65,2
LM (g) VB	7,4	7,5	7,4	7,5	7,4	7,5
R	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
LM (g) VE	10,9	8,9	8,7	9,5	9,1	8,7
R	2,0	1,2	0,6	0,8	0,7	0,9
Relat.	(122)	(100)	(98)	(107)	(102)	(98)
LMZ (g)	3,5	1,4	1,3	2,0	1,7	1,2
R	2,0	1,1	0,7	0,8	0,7	0,8
Relat.	(250)	(100)	(93)	(143)	(121)	(86)
α	1,36	0,63	0,54	0,85	0,73	0,54
R	0,69	0,46	0,29	0,32	0,29	0,31
Relat.	(216)	(100)	(86)	(135)	(116)	(86)
FVZ (g)	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
R	0,2	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1
Relat.	(107)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
FVW (g/kg TS)	1070	469	406	652	567	405
R	577	338	222	271	237	240
Relat.	(288)	(100)	(87)	(139)	(121)	(86)
Verluste	- a)	7 b)	-	1	-	2 c)

Anmerkungen zu Tabelle 25:

- a) In einem Becken von Ration (1) wurden zu VB nur 34 Fische eingesetzt
- b) In einem Becken von Ration (2) wurden zu VB nur 34 Fische eingesetzt.
- c) In einem Becken von Ration (6) wurden zu VB nur 34 Fische eingesetzt.

Tabelle 26: Verwertung des Nahrungsstickstoffs und der Nahrungsenergie - Versuch VII

Produktiver Protein-Wert (PPW): N-Ansatz/N-Zufuhr

Bruttoenergieverwertung (K_{tot}): Energieansatz/Energiezufuhr

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Bezeichnung:	FPC	SRD "Halver"	Eiklar	Kasein	Kasein + 1 % Arginin	Kasein + mod. Min-Mix
Proteinträger	FPC 50	Kasein 38 Gelatine 12	Eiklar 60	Kasein 60 Gelatine 10	Kasein 60 Gelatine 10	Kasein 60 Gelatine 10
N-Zufuhr (mg)	210	207	252	288	297	288
N-Ansatz (mg)	53	34	22	42	41	34
PPW*)	25,2	16,4	8,7	14,6	13,8	11,8
Energiezufuhr (kcal)	17,3	15,0	16,3	16,4	16,5	16,7
Energieansatz (kcal)	6,0	1,5	2,2	2,4	2,1	2,0
K_{tot} (%)	34,5	9,8	13,5	14,6	12,6	12,2

*) PPW bei verschieden hoher N-(Protein)-Zufuhr nicht vergleichbar. Die Zunahmedaten (siehe Tabelle 25) werden bestätigt durch die N-Bilanzuntersuchungen (Tabelle 26). Bessere Wachstumsraten waren mit einer entsprechend erhöhten N-Retention verbunden. Ähnliches gilt auch für den Energieansatz, obwohl hier die Unterschiede zwischen den Gruppen deutlicher ausgefallen waren. Allein in der Kontrollgruppe mit FPC wurden absolut brauchbare Werte für PPW und K_{tot} erzielt.

4. DISKUSSION

Die Bedeutung einer standardisierten Futtermischung für Fische, die über längere Versuchsdauer eine vollwertige Nährstoffversorgung garantiert, ist unbestritten (De Long et al., 1958; Halver et al., 1957; Castell und Tiews, 1980, Schulz et al., 1981). Andererseits wird die in den EIFAC-Empfehlungen (Castell und Tiews (Hrsg.), 1980) vorgeschlagene SRD von Halver von verschiedenen Untersuchern abgelehnt, da sie nur geringe Wachstumsraten zuläßt (Tiews et al., 1980).

Deshalb sollte in den vorgelegten Untersuchungen nach einem relativ groben Raster geprüft werden, ob sich durch Änderung der Proteinquelle oder des Proteingehaltes, durch eine Änderung der Vitamin- und Mineralstoffergänzung oder durch einen unterschiedlich hohen Fettzusatz bessere Wachstumsraten erzielen lassen.

Die gewählte Versuchsdauer von 4 Wochen unterstreicht die Absicht, nur rasterförmige Untersuchungen vorzunehmen, deren Ergebnisse die Richtung weiterführender Experimente vorgeben. Im allgemeinen sollen Versuche, die längerfristig Auskunft über die Eignung einer Futtermischung geben, über ca. 8 Wochen durchgeführt werden. Davon wurde bewußt abgesehen.

4.1. Proteinquellen

De Long et al., 1958, und Halver et al., 1957, verwendeten als Proteinquellen in gereinigten Diäten eine Mischung von Kasein und Gelatine. Dabei gleicht Gelatine den relativen Argininmangel von Kasein aus,

der knappe Gehalt an Schwefelaminosäuren schon im Kasein wird in der Mischung allerdings verstärkt. Für Gelatine typische Mangelaminosäuren wie Tryptophan, Lysin, sowie Histidin und Threonin werden durch den reichlichen Gehalt dieser Aminosäuren in Kasein die Proteinqualität nicht abträglich beeinflussen. Außerdem erlaubt die Verwendung von Gelatine eine relativ einfache Futterherstellung, ohne daß der Untersucher auf Hilfsmittel wie etwa Pelletiermaschinen angewiesen ist (siehe auch S. 22, Kapitel 3.1.2.3. "Futterherstellung").

Bei der Auswahl von Proteinquellen mußte auf ausreichende Standardisierung ebenso geachtet werden, wie auf eine weltweite Verfügbarkeit, da eine eventuell neu formulierte SRD für alle interessierten Untersucher reproduzierbar sein muß. Deshalb wurden in Versuch I Labkasein- und Säurekasein- mit Eiklar- (auch in Versuch III und VII) und Sojaprotein verglichen. In Versuch III wurde zusätzlich ein Molkenproteinkonzentrat geprüft.

Dabei zeigte sich, daß mit Kasein die jeweils besten Werte erhalten wurden, wobei sich Labkasein einem Säurekasein als überlegen erwies. Überraschenderweise wurden mit Eiklarprotein verhältnismäßig enttäuschende Werte erzielt. Mit Sojaprotein, das bei Geflügel und Säugern in der Regel problemlos als Standardprotein eingesetzt werden kann, konnte nicht einmal eine geringfügige Gewichtszunahme realisiert werden. Letzteres überrascht nicht sonderlich, da Sojaprodukte bei Salmoniden nicht nur zu einer schlechteren Futterakzeptanz führen, sondern auch allgemein relativ schlecht verwertet werden (Gropp et al., 1978). Die mangelnde Eignung von Sojaprotein kann sicher nur zum Teil über Restgehalte an Trypsin- und Chymotrypsininhibitoren sowie Hämagglutininen erklärt werden.

Die Futtermischung mit Eiklar und Gelatine hatte sich in Versuch I als nur wenig wasserstabil erwiesen, weshalb nicht sichergestellt werden konnte, daß die angebotene Futtermenge auch der Futteraufnahme entsprach. Deshalb wurde in Versuch VII eine pelletierte Eiklar-diät ohne Gelatine eingesetzt. Aber auch hier wurden wesentlich schlechtere Wachstums- und Futterverwertungsdaten erzielt als mit einer proteinäquivalenten Kaseindiät.

4.2. Proteingehalt

Während in den ersten Versuchen von Halver et al., 1957 und De Long et al., 1958, der Kaseinanteil 54 % (Gelatine 15 %) der gereinigten Diät betrug, liegt der Kaseinanteil der empfohlenen Standard Reference Diet nur bei 38 % (Gelatine 12 %). Dadurch ist der Proteingehalt von 59,3 auf 43,1 % gesunken. Aber auch Schulz et al. gehen in ihren Untersuchungen (1981) von einer gereinigten Diät von knapp 40 % Kasein in der Futter-TS (12,8 % Gelatine) aus. Da der Proteinbedarf von Forellen (abhängig von der Energiedichte) bei 40 % der Ration anzusetzen ist (Gropp, 1982), müßten 38 % Kasein und 12 % Gelatine (43 % RP) zur Bedarfsdeckung ausreichen.

Eine Erhöhung des Kaseinanteils von 38 % bzw. 40 % auf 50 % (Vergleich der Rationen (5) und (6) in Versuch II) hatte die Wachstumsrate von 1,30 auf 1,53 und die Futterverwertung von ,775 auf ,903 g LMZ/kg Futter-TS verbessert. In Versuch III wurde deshalb Kasein nur noch mit einem 50 %igen Anteil eingesetzt. Die vergleichbaren Wachstumsraten überschritten die Werte von Versuch I deutlich.

In Versuch VII wurde eine Diät mit 60 % Kasein (mit 10 % Gelatine) der SRD nach Halver (mit 38 % Labkasein und 12 % Gelatine) gegenübergestellt. Die Erhöhung des Proteingehaltes von 43 % auf 60 % führte auch zu einem entsprechend besseren Wachstum (Anhebung der Wachstumsrate um 35 % und der FVW um 39 %).

Ein breit angelegter Vergleich verschiedener Labkaseinkonzentrationen wurde in den Versuchen IV und V durchgeführt. Bei 12 % zugesetztem Fett und 10 % Gelatine im Futter wurde in der 40 %-Labkaseingruppe eine spezifische Wachstumsrate von 0,97 gemessen. Eine Erhöhung des Kaseianteils auf 50 % bewirkte ein Ansteigen der Wachstumsrate um 16 % von 0,97 auf 1,13. Eine weiter erhöhte Kaseinkonzentration (60 %) hatte nochmals eine Verbesserung der Wachstumsrate, allerdings nur noch um 8 % (auf 1,22) zur Folge.

Sollen daher Kasein-Gelatine-Rationen verwendet werden, so wird empfohlen, den Kaseianteil nicht unter 50 % bei 10 % Gelatine absinken zu lassen. Mit 60 % Kasein werden höhere Wachstumsraten ermöglicht, insbesondere bei angehobener Energiekonzentration (siehe Kapitel "Fettzusatz").

Es kann allerdings nicht mit Sicherheit gesagt werden, daß die bessere Leistung der Forellen der 60 %-Kasein-Gruppe allein auf die Erhöhung der Proteinkonzentration zurückzuführen ist, da Kasein gegen Maisquellstärke ausgetauscht wurde. Maisquellstärke kann zwar in begrenztem Maße von Forellen verwertet werden (Gropp und Bohl, 1976, Pfeffer, 1982), dennoch werden Obergrenzen auch bei Verwendung von konventionellen Rationen deutlich, die wahrscheinlich mit 30 % - 40 % Quellstärke zu veranschlagen sind. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß die noch gut verträgliche und verwertbare Grenze für Quellstärke bei gereinigten Diäten niedriger liegt, da andere Darmpassageraten und Magenentleerungszeiten angenommen werden dürfen (Schulz et al., 1981).

4.3. Proteinqualität

Wie eingangs bereits ausgeführt, nimmt der Anteil schwefelhaltiger Aminosäuren im Protein einer Kaseindiät durch Verschneiden mit Gelatine weiter ab. Es lag daher nahe, zu untersuchen, ob gestaffelte Zulagen von Schwefel-AS (als DL-Methionin oder L-Cystin) sich in einer Verbesserung von Wachstum und Futterverwertung niederschlagen.

Obwohl bei Futtermischungen für warmblütige Nutztiere im Falle eines Schwefelaminosäuredefizits das preisgünstig verfügbare DL-Methionin eingesetzt wird, wurde hier wegen der eventuell besseren Verträglichkeit auch L-Cystin verwendet (Frank, 1984).

Cystin-Zugaben in Höhe von 0,2 % bzw. 0,4 % in der Ration, entsprechend 0,47 % und 0,93 % vom Rationsprotein, führen zu einer Steigerung der spezifischen Wachstumsrate um 3 % bzw. 9 %. Die FVW war im gleichen Ausmaß verbessert. 0,6 % L-Cystin in der Futtermischung (1,4 % vom RP) bewirkte keine weitere Leistungsanhebung.

Während mit 0,2 % Methionin Ergebnisse erzielt wurden, die einer 0,2 %igen Cystinergänzung indirekt vergleichbar sind, wurden die besten Ergebnisse mit 0,6 % zugesetztem Methionin erreicht. Offensichtlich ist mit dieser Methionindosierung die Verträglichkeitsgrenze noch nicht erreicht.

Bei Verwendung von Labkasein und Gelatine als einziger Proteinquelle in gereinigten Rationen für Forellen empfiehlt sich deshalb ein Methioninzusatz.

Ein Zusatz von Arginin (Versuch VII) blieb dagegen ohne Wirkung. Sie hätte auch allenfalls bei schlechter Verfügbarkeit des in Gelatine reichlich enthaltenen Arginins erwartet werden dürfen.

4.4. Fettzusatz in gereinigten Diäten

Über den proteinsparenden Effekt von Nahrungslipiden wurde bereits mehrfach berichtet. Neuere Ergebnisse finden sich bei Gropp et al., 1982, sowie bei Watanabe et al., 1979. Es war deshalb von Interesse, zu prüfen, wie sich Fischölzusätze zwischen 12 und 21 % bei Proteingehalten von 43, 51,5 und 60 % auf Wachstum und Futterverwertung auswirken. Überraschenderweise konnte nur bei der höchsten Proteinkonzentration eine Verbesserung der Leistungsparameter durch Erhöhung des Fettzusatzes erreicht werden. Dabei erhöhten 21 % Fischöl im Vergleich zu 12 % Fischöl die Wachstumsrate um 5 %, die FVW um 6 %.

Bei niedrigeren Proteinstufen führte ein steigender Fischölzusatz zu sinkenden Wachstumsraten und FVW-Zahlen. Die steht wahrscheinlich mit der bereits oben diskutierten, nicht bedarfsadäquaten Proteinqualität einer Kasein-Gelatine-Mischung in Zusammenhang. Aufschluß hierüber wäre allenfalls von einer Versuchswiederholung mit Methionin-ergänztem Kasein zu erwarten.

4.5. Vitamine und Mineralstoffe

Geringfügige Verbesserungen der Halver'schen SRD-Diät konnten durch die Neuformulierung einer Mineralstoffmischung erreicht werden (Versuch II). Die Änderungen der Mineralstoffmischung bezogen sich in erster Linie auf eine Erhöhung des Calcium- und Phosphatanteils. Deshalb wurde in den Versuchen III bis VII nur noch diese Mineralstoffmischung verwendet. Ein Versuch, diese Mineralstoffmischung weiter zu verbessern (Versuch VII, Ration (6)) scheiterte.

Eine Gegenüberstellung der zugesetzten Mineralstoffmengen ergibt sich aus der nachfolgenden Tabelle.

Tabelle 27: Mineralstoffzusatz zur Kasein-Gelatine-Diät in g Element/kg Futter

Quelle	Halver	eigene Untersuchung
Ca	3,7	7,0
P	3,5	7,9
Mg	1,0	0,7
Na	1,3	3,6
K	4,3	4,5
Cl	1,0	3,9

In der Halver'schen Originaldiät wird eine Vitamin A- und Vitamin D-freie Vitamin-Vormischung verwandt; diese beiden Vitamine werden über Dorschlebertran in die Mischung eingebracht. Eine solche Verfahrensweise widerspricht grundsätzlich dem Prinzip einer gereinigten Ration. Nicht deswegen, sondern in erster Linie wegen der besseren Handhabbarkeit und der Reduzierung von Fehlermöglichkeiten wurde eine Vitaminmischung erprobt, die sich bei Versuchen an Forellen in konventionellem Futter, aber auch in anderen Nutz- und Labordiäten gut bewährt hat (siehe Anhang, Tabelle A 11). Obwohl die Ergebnisse mit dieser Vitaminvormischung nicht ganz den Halver'schen Standard erreichten, wurde sie aus den oben genannten Gründen für die folgenden Versuche übernommen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

An insgesamt 6120 Forellensetzlingen wurden in 7 Versuchen zu je 4 Wochen Dauer verschiedene gereinigte Diäten verfüttert. Ziel der Untersuchungen war es, nach einem Rasterversuchsplan Hinweise für eine Weiterentwicklung der von Halver vorgeschlagenen Standard Reference Diet zu erhalten, die eine bessere Wachstumsrate sowie Futterverwertung ermöglicht.

Geprüft wurde insgesamt der Proteingehalt (Bereich 44,6 % - 65,5 % der TS), die Energiedichte (Fischölzusatz von 12 % bis 21 %), verschiedene Proteinquellen (Labkasein, Säurekasein, Eiklarpulver, Molkenprotein, isoliertes Sojaprotein) sowie die Notwendigkeit eines Aminosäurezusatzes (von DL-Methionin oder L-Cystin sowie von L-Arginin-HCl). Als Vergleichsration diente eine fischmehl- oder fischproteinkonzentrathaltige Mischung. Die Rationen enthielten in der Regel (mit Ausnahme der Kontrollration) 10 bis 15 % Gelatine.

Die Leistung der Kontrollration mit Fischprotein konnte mit anderen Proteinquellen nicht erreicht werden. Unter den geprüften Proteinquellen schnitt Labkasein am besten ab, gefolgt von Säurekasein, Molkenprotein, Eiklarpulver und isoliertem Sojaprotein. Mit Eiklarpulver konnten nur geringe Zunahmen erzielt werden, die Verwendung von Sojaprotein hatte einen Gewichtsverlust zur Folge.

Die Ergänzung von Kasein-Gelatine-Rationen mit L-Cystin (0,4 % der Mischung) bzw. DL-Methionin (0,6 % der Mischung) erwies sich als günstig. Mit Kaseingehalten von 50 % wurden bessere Ergebnisse erhalten als mit 40 % Kasein. Ein Argininzusatz blieb dagegen ohne Wirkung.

Für Futtermischungen mit 40 % und 50 % Kasein (bei 10 % Gelatine) genügt offensichtlich ein Fischölzusatz von 12 %. Eine Beimengung von 18 % und 21 % Fischöl erwies sich nur bei 60 % Kasein und 10 % Gelatine im Futter als überlegen.

Aus den Ergebnissen wird geschlossen, daß die Weiterentwicklung einer SRD-Diät für Forellen allenfalls mit Labkasein (ca. 50 %), ergänzt mit Schwefelaminosäuren, Erfolg verspricht. Daneben erscheint aber auch der Einsatz von kristallinen Aminosäuren als Proteinquelle nicht aussichtslos.

5.1. Summary

Pilot studies on the improvement of semipurified diets for rainbow trout (*S. gairdneri*)

A total of 6120 rainbow trout fingerlings was fed several modifications of a semipurified diet. 7 trials were performed as screening test in order to improve growth-rate and feed efficiency of trout in comparison to the original Halver's Standard Reference Diet.

Different protein (from 44,6 % to 65,5 %) and energy (fishoil supplementation from 12 % to 21 %) levels were studied as well as some protein sources (rennet-casein, acid-casein, egg-protein, whey-protein, isolated soybean-protein). It was further tested, if these diets require amino acid supplementation (dl-methionine, l-cystine, l-arginine HCl).

Fish meal or fish-protein concentrate served als control protein. The non-pelleted tes diets contained 10 % to 15 % gelatine.

Feeding the control diet resulted in superior performance than all other test diets. Among the test diets the best results were found with rennet-casein followed by acid-casein, whey-protein, egg-protein and isolated soybean-protein. Egg-protein led to very small growth-rates, with soybean-protein the fish lost weight.

Using 50 % casein was better than 40 %. Supplementing casein - gelatine - diets with l-cystine (0,4 % of the ration) or dl-methionine (0,6 %) improved the nutritional value. Adding Arginine was not effective.

12 % added fishoil was evidently sufficient for diets with 40 % or 50 % casein (and 10 % gelatine). Adding fishoil at 18 % and 21 % levels gave better results only for diets with 60 % casein.

From the results it is concluded, that a further development of a Standard Reference Diet should be based on casein (approximately 50 % rennet-casein and supplemented with sulfur amino acids). However feeding crystalline amino acids as a protein source is a promising alternative.

6. LITERATURVERZEICHNIS

Abel, H.J., Pieper, A. und Pfeffer, E.

- (1979) Untersuchungen an wachsenden Regenbogenforellen (*Salmo Gairdneri*, R.) über die intermediäre Anpassung an Protein oder Kohlenhydrate als Energieträger im Futter

Z. Tierphysiol., Tierernährung und Futtermittelkunde 41, 325 - 334

Andrews, J.W., Page, J.W. und Murray, M.W.

- (1977) Supplementation of a Semipurified Casein Diet for Catfish with free Amino Acids and Gelatine
J. Nutr. 107, 1153 - 1156

Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H. und Lee, D.J.

- (1972 a) Essential Fatty Acids in the Diet of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*): Growth, Feed Conversion and some Gross Deficiency Symptoms
J. Nutr. 102, 77 - 85

Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Lee, D.J. und Wales, J.H.

- (1972 b) Essential fatty Acids in the Diet of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*): Physiological Symptoms of EFA Deficiency
J. Nutr. 102, 87 - 92

Castell, J.D. und Tiews, K.

- (1980) Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on Standardization of Methodology in Fish Nutrition Research
EIFAC Technical Paper Nr. 36, EIFAC T 36

Cho, C.Y., Bayley, H.S. und Slinger, S.J.

- (1976) Energy Metabolism in Growing Rainbow Trout: Partition of Dietary Energy in High Fat Diets

In: Vermorel, N. (ed.): Energy Metabolism of Farm Animals. Proceedings of the 7th Symposium, held at Vichy (France) Sept. 1976, 299 - 302

Cowey, C.B. und Sargent, J.R.

- (1977) Lipid Nutrition in Fish

Comp. Biochem. Physiol. 571, 269 - 273

Cowey, C.B., Cooke, D.J., Natty, A.J. und Adron, J.W.

- (1981) Effects of Quantity and Quality of Dietary Protein on Certain Enzyme Activities in Rainbow Trout

J.Nutr. 111, 336 - 345

De Long, D.C., Halver, J.E. und Metz, E.I.

- (1958) Nutrition of Salmonid Fishes. 6. Protein Requirement of Chinook Salmon at Two Water Temperatures

J. Nutr. 65, 589 - 599

Frank, B.

- (1984) Untersuchungen zum Arginin- und Tryptophan-Bedarf von Forellen mit Hilfe gereinigter Diäten

Med. Vet. Dissertation, Universität München in Vorbereitung

Gropp, J. und Bohl, M.

- (1976) Prinzipien moderner Forellenproduktion

Lohmann-Information März/April 1976

Gropp, J., Tiews, J., Koops, H. und Tiews, K.

- (1974) Zur Proteinversorgung in der Forellenaufzucht
Z. Tierphys., Tierernährung und Futtermit-
telkunde, 33, 224 - 225

Gropp, J., Koops, H., Tiews, K. und Beck, H.

- (1976 a) Ersatz von Fischmehl im Forellentrockenfutter
(Arb. dtsch. Fischereiverb. 19, 85 - 102

Gropp, J.

- (1978) Stand und Erkenntnisse in der Fischfütterung aus
wissenschaftlicher Sicht
Tierzüchter, 30, 59 - 62

Gropp, J., Koops, H., Tiews, K. und Beck, H.

- (1978) Replacement for Fish Meal in Trout Feeds by
other Feedstuffs
In: Advances in Aquaculture (Pillay, Dill, Ceds)
S. 596 - 601
Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England

Gropp, J., Schwalb-Bühling, A., Koops, H. und Tiews, K.

- (1982) On the Protein-Sparing Effect of Dietary Lipids
in Pellet feeds for Rainbow Trout (s. gairdneri)
Arch. Fisch Wiss. 33, (1/2), 79 - 89

Halver, J.E.

- (1957 a) Nutrition of Salmonid Fishes
III. Water-soluble Vitamin Requirement of Chinook
Salmon
J.Nutr. 62, 225 - 243

Halver, J.E.

- (1957 b) Nutrition of Salmonid Fishes
IV. An Aminoacid Test Diet for Chinook Salmon
J. Nutr. 62, 245 - 254

Halver, J.E., De Long, D.C. und Metz, E.T.

- (1957) Nutrition of Salmonid Fishes
V. Classification of Essential Aminoacids for
Chinook Salmon
J. Nutr. 63, 95 - 105

Halver, J.E.

- (1970 a) Cold-water Fish Nutritional Requirements
In: U.S. Dep. of the Interior, Fish and Wildlife
Service, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife
Resource Publication 102: Report of the 1970
Workshop on Fish Feed Technology and Nutrition
141 - 152

Inaba, D., Ogino, C., Takamatsu, C., Sugano, S., und
Hata, H.

- (1962) Digestibility of Dietary Components in Fishes
I. Digestibility of Dietary Proteins in Rainbow
Trout
Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 28 367 - 371

Inaba, D., Ogino, C., Takamatsu, C., Ueda, T. und Kuro-
kawa, K.-I.

- (1963) Digestibility of Dietary Components in Fishes
II. Digestibility of Dietary Protein and Starch
in Rainbow Trout
Bull. Jap. Soc. Sci. fish. 29 242 - 244

Kieckhäfer, H.

(1980) Fütterungsversuche mit getoasteten Sojabohnen
bei Regenbogenforellen

Arbeiten des dt. Fischereiverbandes, Heft 30

Kitamikado, M., Morishita, T. und Tachino, S.,

(1964 b) Digestibility of Dietary Protein in Rainbow Trout
II. Effect of Starch and Oil Contents in Diets,
and Size of Fish

Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 30, 50 - 54

Koops, H., Gropp, J., Tiews, K. und Tiews, J.

(1974) Studien zur Stärke- und Fettverwertung netzkäfig-
gehaltener Forellen (*S. gairdneri*)

Aquaculture 4 (3), 277 - 286

Koops, H., Tiews, K., Beck, H., und Gropp, J.

(1976) Die Verwertung von Sojaprotein durch die Regenbo-
genforelle (*S. gairdneri*)

Arch. Fisch Wiss. 26, 181 - 191

Küchle, H.M.

(1981) Futterwert und Verträglichkeit von Probion FM 430
bei Regenbogenforellen (*S. gairdneri*)

Med. Vet. Dissertation, Universität München

Lee, D.J. und Putnam, G.B.

(1973) The Response of Rainbow Trout to Varying Protein/
Energy Ratios in a Test Diet

J. Nutr. 103, 916 - 922

Mertz, E.I.

- (1969) Amino Acid and Protein Requirement of Fish
In: Neuhaus, O.W. und Halver, J.E. (eds.):
Fish in Research. Academic Press, New York/
London, 233 - 244

Nakamura I. Hagiwara M. und Higuchi I.

- (1973) Determination of Nutritive Value of Fish Feeds
I. DE and DCP on feeds for Rainbow Trout
Research Annual, Nohon Nosan Kogyo 4, 35 - 42
(zitiert nach Nose, T., 1979)

Nose I.

- (1971) Determination of Nutritive Value of Food Protein
in Fish
III. Nutritive Value of Casein, White Fish Meal
and Soybean Meal in Rainbow Trout Fingerlings
Bull. Freshwater Fisheries Res. Labor. 21, 85 - 98

Nose I.

- (1979) Diet Compositions and Feeding Techniques in Fish
Culture with Complete Diets
In: Halver, J.E. und Tiems, K. (eds.): Finfish
Nutrition and Fishfeed Technology, Vol. I,
283 - 296, Heenemann Verlags GmbH, Berlin

Ogino C. Chiro J.Y. und Takeuchi I.

- (1976) Protein Nutrition in Fish
VI. Effects of Dietary Energy Sources on the
Utilization of Proteins by Rainbow Trout and
Carp
Bulletin of the Japanese Society of Scientific
Fisheries 42, 213 - 218

Pfeffer, E. und Meske, Ch:

- (1978) Untersuchungen über Casein und Krillmehl als einzige Proteinquelle im Alleinfutter für Karpfen
Z. Tierphysiol., Tierernährung und Futtermittelkunde 40, 74 - 91

Pfeffer, E., und Barte, A.

- (1980) Einflüsse der Protein- und Fettträger im Futter auf die Leber-Verfettung bei Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*, R.)
Z. Tierphysiol., Tierernährung und Futtermittelkunde 44, 172 - 177

Pfeffer, E., Petrasch, R. und Eckhardt, O.,

- (1980) Untersuchungen über mögliche Protein- und Fettträger in gereinigten Diäten für Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*, R.)
Z. Tierphysiol., Tierernährung und Futtermittelkunde 43, 254 - 263

Pfeffer E.

- (1982) Ernährungsphysiologische Fragen zur Intensivhaltung von Forellen und Karpfen
Kraftfutter, Heft 2/82, S. 48 - 50

Pieper, A., und Pfeffer, E.

- (1979) Carbohydrates as Possible Sources of Dietary Energy for Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*, Richardson)
In: Halver, J.W. und Tiews, K. (eds.) Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Vol. I, 209 - 219
Heenemann Verlags GmbH, Berlin

Reinitz, G.L. und Yu, L.C.

- (1981) Effects of Dietary Lipids on Growth and Fatty Acid Composition of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*)
Aquaculture 22, 359 - 366

Rumsey, G.L. und Ketola, H.G.

- (1975) Amino Acid Supplementation of Casein in Diets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) fry and of Soybean Meal for Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) Fingerlings
J. Fish. Res. Board Can. 32, 422 - 426

Schulz, D., Hartfiel, W. und Greuel, E.

- (1981) Eignung einer gereinigten Diät für vergleichende Untersuchungen an Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*, R.) und Coho-Lachsen (*Oncorhynchus kisutch*)
Z. Tierphysiol., Tierernährung und Futtermittelkunde, 45, 252 - 261

Schwalb, A. und Gropp, J.

- (1979) A System for Continuous Measurement of oxygen consumption by Fish
In: Halver, J.E. und Tiews, K. (eds.): Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Vol. II,
607 - 611
Heenemann Verlags GmbH, Berlin

Shanks, W.E., Gahimer, G.D. und Halver, J.E.

- (1962) Cold-water Fish Nutritional Requirements
(zitiert nach Halver, J.E.)
In: U.S. Dep. of the Interior, Fish and Wildlife Service, Bueaus of Sport Fisheries and Wildlife Resource Publication 102: Report fo the 1970 Workshop on Fish Feed Technology and Nutrition,
141 - 152

Steffens, W. und Albrecht, M.-L.

- (1973) Proteineinsparung durch Erhöhung des Fettanteils im Futter für Regenbogenforellen (*S. Gairdneri*)
Arch. Tierernährung 23, 711 - 717

Steffens, W. und Albrecht, M.-L.

- (1976) Untersuchungen über die Möglichkeiten zur Senkung des Fischmehlanteils im Futter für Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*)
Arch. Tierernährung 26, 285 - 291

Strauß, J.

- (1982) Studien zum Lysinbedarf von Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri* Richardson) mit Hilfe geeigneter Diäten
Med. Vet. Dissertation, Universität München

Takeuchi, T. und Watanabe, T.

- (1976) Nutritive Value of ω 3 Highly Unsaturated Fatty Acids in Pollock Liver Oil for Rainbow Trout
Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 42, 907 - 919

Takeuchi, T. und Watanabe, T.

- (1977) Dietary Levels of Methyl Laurate and Essential Fatty Acid Requirement of Rainbow Trout
Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 43, 893 - 898

Takeuchi, T., Watanabe, T. und Ogino, C.

- (1978 a) Supplementary Effects of Lipids in a High Protein Diet of Rainbow Trout
Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44, 677 - 681

Tiews, K., Koops, H., Gropp, J. und Tiews, J.

- (1973) Über die Körperzusammensetzung netzkäfiggehaltener Forellen (*Salmo gairdneri*) in Abhängigkeit von Fütterung und Wachstum

Arch. Fisch Wiss. 24, 261

Tiews, K., Koops, H. und Gropp, J.

- (1980) Mündliche Mitteilung

Watanabe, T., Takashima, F. und Ogino, C.

- (1974 a) Effect of Dietary Methyl Linolate on Growth of Rainbow Trout

Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 40, 181 - 188

Watanabe, T., Ogino, C., Koshiishi, Y. und Matsunaga, T.

- (1974 b) Requirement of Rainbow Trout for Essential Fatty Acid

Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 40 493 - 499

Watanabe T., Takeuchi T. und Ogino Ch.

- (1979) Studies on the Sparing Effect of Lipids on Dietary Protein in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*)

In: Halver, J.E. und Tiews, K. (eds.): Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Vol. I
113 - 125

Heenemann Verlags GmbH, Berlin

Yu, T.C. und Sinnhuber, R.O.

- (1976) Growth Response of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) to Dietary ω 3 and ω 6 Fatty Acids

Aquaculture 8, 309 - 317

7. ANHANG

Tabelle A 1: Verteilung der Rationsgruppen im Raum
- Versuch I

Becken	1	2	3	4	5	Wand- seite
Rationsgruppe	(3)	(5)	(2)	(5)	(1)	
Becken	6	7	8	9	10	Wand- seite
Rationsgruppe	(1)	(2)	(1)	(4)	(4)	
Becken	11	12	13	14	15	Raum- seite
Rationsgruppe	(4)	(5)	(3)	(2)	(3)	
Becken	16	17	18			
Rationsgruppe	-	-	-			

Tabelle A 2: Verteilung der Rationsgruppen im Raum
- Versuch II

Becken	1	2	3	4	5	Wand- seite
Rationsgruppe	(1)	(5)	(4)	(1)	(4)	
Becken	6	7	8	9	10	Wand- seite
Rationsgruppe	(2)	(2)	(2)	(3)	(4)	
Becken	11	12	13	14	15	Raum- seite
Rationsgruppe	(6)	(5)	(3)	(3)	(6)	
Becken	16	17	18			
Rationsgruppe	(5)	(6)	(1)			

Tabelle A 3: Verteilung der Rationsgruppen im Raum
- Versuch III

Becken	1	2	3	4	5	Wand- seite
Rationsgruppe	(1)	(5)	(4)	(3)	(2)	
Becken	6	7	8	9	10	Wand- seite
Rationsgruppe	(2)	(5)	(1)	(5)	(3)	
Becken	11	12	13	14	15	Raum- seite
Rationsgruppe	(1)	(3)	(4)	(4)	(2)	
Becken	16	17	18			Raum- seite
Rationsgruppe	-	-	-			

Tabelle A 4: Verteilung der Rationsgruppen im Raum
- Versuch IV

a) Glasaquarienanlage

Becken	1	2	3	4	5	Wand- seite
Rationsgruppe	(10)	(3)	(5)	(6)	(3)	
Becken	6	7	8	9	10	Wand- seite
Rationsgruppe	(9)	(12)	(11)	(7)	(9)	
Becken	11	12	13	14	15	Raum- seite
Rationsgruppe	(2)	(8)	(7)	(1)	(6)	
Becken	16	17	18			Raum- seite
Rationsgruppe	(4)	(10)	(4)			

b) Rundbeckenanlage

	Becken 6 Ration (1)	Becken 7 Ration (6)
	Becken 5 Ration (11)	Becken 8 Ration (3)
	Becken 4 Ration (4)	Becken 9 Ration (5)
Becken 3 Ration (10)		Becken 10 Ration (2)
	Becken 2 Ration (9)	Becken 11 Ration (12)
	Becken 1 Ration (8)	Becken 12 Ration (7)

Tabelle A 5: Verteilung der Rationsgruppen im Raum
- Versuch V

a) Glasaquarienanlage

Becken	1	2	3	4	5	
Rationsgruppe	(3)	(11)	(1)	(4)	(7)	Wand- seite
Becken	6	7	8	9	10	
Rationsgruppe	(2)	(6)	(12)	(10)	(1)	
Becken	11	12	13	14	15	
Rationsgruppe	(5)	(2)	(11)	(9)	(8)	Raum- seite
Becken	16	17	18			
Rationsgruppe	(5)	(8)	(12)			

b) Rundbeckenanlage

	Becken 6 Ration (10)	Becken 7 Ration (7)
	Becken 5 Ration (12)	Becken 8 Ration (9)
	Becken 4 Ration (11)	Becken 9 Ration (2)
Becken 3 Ration (1)		Becken 10 Ration (8)
	Becken 2 Ration (5)	Becken 11 Ration (3)
	Becken 1 Ration (4)	Becken 12 Ration (6)

Tabelle A 6: Verteilung der Rationsgruppen im Raum
- Versuch VI

a) Glasaquarienanlage

Becken	1	2	3	4	5	
Rationsgruppe	(6)	(3)	(6)	(3)	(1)	Wand- seite
Becken	6	7	8	9	10	
Rationsgruppe	(4)	(6)	(5)	(2)	(4)	
Becken	11	12	13	14	15	
Rationsgruppe	(2)	(1)	(4)	(5)	(1)	Raum- seite
Becken	16	17	18			
Rationsgruppe	(5)	(2)	(3)			

b) Rundbeckenanlage

	Becken 6 Ration (9)	Becken 7 Ration (8)
	Becken 5 Ration (7)	Becken 8 Ration (8)
	Becken 4 Ration (7)	Becken 9 Ration (9)
Becken 3 Ration (8)		Becken 10 Ration -
	Becken 2 Ration (7)	Becken 11 Ration -
	Becken 1 Ration (9)	Becken 12 Ration -

Tabelle A 7: Verteilung der Rationsgruppen im Raum
- Versuch VII

a) Glasaquarienanlage

Becken	1	2	3	4	5	
Rationsgruppe	(4)	(5)	(2)	(3)	(1)	Wand- seite
Becken	6	7	8	9	10	
Rationsgruppe	(6)	(3)	(5)	(1)	(4)	
Becken	11	12	13	14	15	
Rationsgruppe	(6)	(2)	(4)	(6)	(3)	Raum- seite
Becken	16	17	18			
Rationsgruppe	(2)	(1)	(5)			

b) Rundbeckenanlage

	Becken 6 Ration (1)	Becken 7 Ration (4)
	Becken 5 Ration (6)	Becken 8 Ration (2)
	Becken 4 Ration (1)	Becken 9 Ration (3)
Becken 3 Ration (6)		Becken 10 Ration (2)
Becken 2 Ration (3)		Becken 11 Ration (4)
Becken 1 Ration (5)		Becken 12 Ration (5)

Tabelle A 8: Vitaminmischung - alt - Versuch I
- Rationen 2. - 5

Komponente	Anteil (g)
α -Zellulose	6,318
Cholinchlorid	0,500
Inositol	0,200
L-Ascorbinsäure	0,100
Nicotinsäure	0,075
Ca-Pantothenat	0,050
Riboflavin	0,020
Thiamin-HCl	0,005
Pyridoxin-HCl	0,005
Menadion	0,004
Folsäure	0,0015
Vitamin B 12	0,0011
Biotin	0,0005
α -Tocopherolacetat	0,040

Von dieser Vitaminmischung wurden 9 g auf 100 g Futter eingesetzt

Tabelle A 9: USP XII No. 2 - Versuch I

Komponente	Anteil (g)
Dicalciumphosphat	13,58
Calciumlactat	32,70
Eisencitrat	2,97
Magnesiumsulfat	13,20
$K_2 H PO_4$	23,98
$Na H_2 PO_4 \times H_2 O$	8,72
Natriumchlorid	4,32
	99,50

Tabelle A 10: Mineralstoffmischung - alt -
- Versuch I

Komponente	Anteil (g)
USP XII No. 2 1)	99,500
Al Cl ₃ x 6 H ₂ O	0,015
Zn SO ₄ x H ₂ O	0,300
Cu Cl	0,010
Mn SO ₄ x H ₂ O	0,080
KJ	0,015
Co Cl ₂ x 6 H ₂ O	0,100

1) Über die Zusammensetzung von USP XII No. 2 informiert Tabelle A 9

Von dieser Mineralstoffmischung wurden 4 g auf 100 g Futter eingesetzt.

Tabelle A 11: Vitaminmischung - neu -
- Versuche II - VII

Die Vitaminvormischung enthält in 6 g (= pro kg der fertigen Futtermischung in TS):

Komponente	Anteil	
Retinol	9,0	mg
Cholecalciferol	66	mcg
α-DL-Tocopherolacetat	72	mg
Menadion	2,4	mg
Thiamin	10,8	mg
Riboflavin	14,4	mg
Pyridoxin	6,0	mg
Cobalamin	60	mcg
Biotin	180	mcg
Folsäure	360	mcg
Ca-Pantothenat	36	mg
Nicotinsäure	108	mg
Cholin	900	mg
Ascorbinsäure	180	mg

Tabelle A 12: Mineralstoffmischung - neu -
- Versuche II - VII

Komponente	Anteil (in g/100 g Futter)
Na Cl	0,45
K Cl	0,25
Ca H PO ₄ × 2 H ₂ O	1,65
Na H ₂ PO ₄ × H ₂ O	1,10
K H ₂ PO ₄	1,10
Ca CO ₃	0,80
Mg O	0,10
	5,45
Spurenelementvormischung ¹⁾	0,15
	5,60

1) siehe Tabelle A 13

Tabelle A 13: Spurenelementmischung
enthält in 1,5 g (= pro kg Futter-Ts)

Fe (aus Eisenfumarat)	150	mg
Zn (aus Zinkacetat × 2 H ₂ O)	120	mg
Mn (aus Mangansulfat × H ₂ O)	120	mg
Cu (aus Kupferacetat × H ₂ O)	18	mg
J (aus Kaliumjodid)	3,75	mg
Co (aus Cobaltsulfat × 7 H ₂ O)	1,5	mg
Se (aus Natriumselenit × 5 H ₂ O)	0,75	mg
F (aus Natriumfluorit)	7,5	mg
Mg (aus Magnesiumoxid)	105	mg

Tabelle A 14: Zusammensetzung der Mineralstoffmischung
ohne Kochsalzanteil
- Versuch VI

Komponente	Anteil (g/100 g Futter)
K Cl	0,25
Ca H PO ₄ × 2 H ₂ O	1,65
Na H ₂ PO ₄ × H ₂ O	1,10
K H ₂ PO ₄	1,10
Ca CO ₃	0,80
Mg O	0,10
Spurenelementvormischung ¹⁾	0,15
	5,15

1) Über die Zusammensetzung der Spurenelementvormischung informiert Tabelle A 13.

Tabelle A 15: Zusammensetzung der Aminosäurenmischung
- Versuch VI

Komponente	Anteil (g/100 g Futter)
L-Arginin-HCl	2,24
L-Histidin-HCl × H ₂ O	0,78
L-Lysin-HCl	1,95
L-Tyrosin	1,00
L-Phenylalanin	1,18
DL-Methionin	0,86
L-Cystin	0,56
L-Tryptophan	0,27
L-Threonin	1,06
L-Leucin	2,00
L-Isoleucin	1,18
L-Valin	1,20
Glycin	2,25
L-Glutaminsäure	16,24
L-Prolin	1,44
Na H CO ₃	1,00
	35,21

Tabelle A 16: Mineralstoffmischung - modifiziert -
- Versuch VII

Komponenten	Anteil (g/100 g Futter)
Spurenelemente ₁₎	0,10
K Cl	0,25
Na H ₂ PO ₄ × 2 H ₂ O	1,10
Mg O	0,1
Ca H PO ₄ × 2 H ₂ O	1,00
Ca CO ₃	1,20
	3,75

1) Über die Zusammensetzung der Spurenelementvormischung informiert Tabelle A 13

Tabelle A 17: Produktspezifikation Gelatine

Gelatine, gepulvert, technische Qualität, Fa. Merck	
AS in % v. RP (Herstellerangaben)	
Methionin	0,8
Cystin	0,11
Lysin	3,9
Tryptophan	0,0
Threonin	1,8
Valin	2,2
Isoleucin	1,6
Leucin	3,0
Phenylalanin	1,9
Thyrosin	0,0
Arginin	7,2
Histidin	0,7
Asparaginsäure	6,0
Glutaminsäure	9,7
Serin	3,2
Glycin	23,7
Alanin	9,9
Prolin	15,0

Tabelle A 18: Produktspezifikation Labkasein

Produktbezeichnung:	Labkasein Edible Sprüh
Art.Nr.	5725
Hersteller	Meggle Milchindustrie GmbH & Co. KG

Wasser	6 - 8 %
Protein (Kjeldahl; f = 6,38)	88 - 91 % i.T.
Fett (HCl-Aufschl. + Extrakt) max.	1 %
Asche (850°C)	mind. 7,5 %

AS in % v. RP (Herstellerangaben)

Asparaginsäure	7,50
Threonin	4,00
Serin	6,00
Glutaminsäure	24,77
Prolin	10,46
Glycin	2,00
Alanin	3,16
Cystin	0,32
Valin	6,84
Methionin	2,80
Isoleucin	5,32
Leucin	10,39
Tyrosin	6,46
Phenylalanin	5,85
Lysin	8,63
Histidin	3,27
Arginin	3,98
NH ₃	2,04

Tabelle A 19: Produktspezifikation Säurekasein

Produktbezeichnung:	Säurekasein Edible 110 M E S H
Hersteller	Meggler Milchindustrie GmbH & Co. KG
Wasser 6 Std. 102°C	max. 10 %
Protein (Kjeldahl; f = 6,38)	mind. 95 % i.T.
Fett (HCl-Aufschl. + Extrakt)	max. 1,5 %
Asche (850°C)	max. 2,2 %
pH (wässrige Aufschlämmung)	max. 4,9 %

Tabelle A 20: Aminosäurezusammensetzungen von Säurekasein, Eiklarpulver, Soja RP 101 und Fischmehl PG 1000 (analysiert am Institut für Tierphysiologie)

AS in % v. RP

	Säurekasein	Eiklar	Soja RP 101	Fischmehl PG 1000
Methionin	3,0	3,2	2,6	2,8
Cystin	0,7	3,0	1,3	1,8
Lysin	7,9	7,2	6,3	7,9
Tryptophan	-	-	-	-
Threonin	4,6	4,6	3,9	3,5
Valin	6,4	6,9	4,9	4,7
Isoleucin	5,4	5,7	5,1	4,2
Leucin	9,5	8,7	8,1	7,3
Phenylalanin	5,6	6,4	5,3	4,6
Tyrosin	6,0	4,2	3,8	3,4
Arginin	4,0	5,9	7,4	6,8
Histidin	3,1	2,4	2,6	2,8
Asparaginsäure	7,7	10,6	11,7	9,8
Glutaminsäure	26,5	13,9	21,3	14,9
Serin	6,0	6,2	4,8	5,1
Glycin	2,0	3,6	4,8	8,5
Alanin	3,2	5,8	4,1	6,3
Prolin	11,4	3,9	4,5	5,6
NH ₃	1,1	1,0	1,2	0,9

Tabelle A 21: Produktspezifikation Globulal 70 N

Produktbezeichnung	Globulal 70 N
Art.Nr.	5915
Hersteller	Meggler Milchindustrie GmbH & Co KG

freies Wasser (4 Std. 88 $\pm$ 2°C)	max. 5 %
Protein (Kjeldahl; f = 6,38)	mind. 70 %
Fett (HCl-Aufschluß + Extrakt)	max. 6 %
Lactose (Polarimeter)	max. 15 %
Asche (550°C)	max. 8 %
pH (Auflösung 1:10)	5,8 - 6,8

Tabelle A 22: Produktspezifikation FPC

"Anorel ^R ", (CTPP Boulogne)	
Lösliches Fischproteinkonzentrat, sprühgetrocknet	

AS in % v. RP (Herstellerangaben)	
Methionin	2,4
Cystin	0,9
Lysin	6,7
Threonin	3,9
Valin	4,1
Isoleucin	3,2
Leucin	6,4
Phenylalanin	3,3
Tyrosin	2,6
Arginin	6,3
Histidin	2,1
Asparaginsäure	9,1
Glutaminsäure	14,4
Serin	4,9
Glycin	10,4
Prolin	6,0
Alanin	6,7
Tryptophan	0,7 - 1,0

Tabelle A 23: Wiegeergebnisse Gewicht pro Einzelfisch
 60 Fische pro Becken
 - 3 Wiederholungen
 - Versuch I

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Wiegung Wdh. 1)	6,792	6,956	6,825	6,825	6,807
2)	6,852	6,798	6,857	6,857	6,847
3)	6,903	6,837	6,842	6,772	6,848
$\bar{x}$	6,849	6,864	6,841	6,818	6,834
2. Wiegung Wdh. 1)	8,742	7,295	6,910	6,793	6,195
2)	8,865	7,158	7,233	6,803	6,115
3)	8,705	7,307	6,987	6,707	6,240
$\bar{x}$	8,771	7,253	7,043	6,768	6,183
3. Wiegung Wdh. 1)	11,393	8,695	8,217	7,121	6,335
2)	11,378	8,258	8,272	7,268	6,458
3)	11,325	8,557	8,228	7,058	6,840
$\bar{x}$	11,365	8,503	8,239	7,179	6,544

Tabelle A 24: 2-Wochenergebnisse, Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und α), Futterverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch I
60 Fische pro Becken - 3 Wiederholungen

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Fischmehl PG 1000	%	61,5	-	-	-	-
Labkasein	%	-	38,0	-	-	-
Säurekasein	%	-	-	38,0	-	-
Eiklar	%	-	-	-	38,0	-
Soja RP 101	%	-	-	-	-	35,5
Methionin	%	-	-	-	-	1,5
Glycin	%	-	-	-	-	1,0
Gelatine	%	-	12,0	12,0	12,0	12,0
% RP (in TS) errechnet		46,1	46,7	49,0	48,4	45,9
LM (g) VB		6,8	6,9	6,8	6,8	6,8
R		0,1	0,2	0,0	0,1	0,0
LM (g) ZW		8,8	7,3	7,0	6,8	6,2
R		0,2	0,1	0,3	0,1	0,1
Relat.		(121)	(100)	(96)	(93)	(85)
LMZ (g)		2,0	0,4	0,2	0,0	-0,6
R		0,2	0,1	0,3	0,0	0,1
Relat.		(500)	(100)	(50)	(-25)	(-150)
α		1,78	0,39	0,21	-0,05	-0,72
R		0,19	0,14	0,29	0,04	0,14
Relat.		(456)	(100)	(54)	(-13)	(-185)
FVZ (g TS)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
R		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Relat.		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
FVW (g/kg)		1076	218	114	-	-
R		136	76	164	-	-
Relat.		(494)	(100)	(52)	-	-
Verluste		1	1	-	-	-

Tabelle A 25: Wiegeergebnisse Gewicht pro Einzelfisch
 50 Fische pro Becken
 - 3 Wiederholungen
 - Versuch II

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1. Wiegung Wdh. 1)	9,706	9,632	9,608	9,666	9,700	9,662
2)	9,616	9,726	9,648	9,602	9,684	9,648
3)	9,720	9,606	9,596	9,750	9,672	9,664
$\bar{x}$	9,681	9,655	9,617	9,673	9,685	9,658
2. Wiegung Wdh. 1)	10,840	10,668	10,640	11,216	11,018	12,202
2)	11,184	11,164	10,754	11,036	11,152	12,196
3)	11,332	11,074	10,918	11,272	11,454	12,238
$\bar{x}$	11,119	10,969	10,764	11,175	11,208	12,212
3. Wiegung Wdh. 1)	12,784	13,188	12,684	13,798	13,754	14,904
2)	13,342	13,876	12,600	13,388	13,772	14,906
3)	13,308	13,854	13,014	13,530	14,190	14,554
$\bar{x}$	13,145	13,639	12,766	13,572	13,905	14,788

Tabelle A 26: 2-Wochenenergebnisse, Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und ∞), Futterverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch II
50 Fische pro Becken - 3 Wiederholungen

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	%	38,0	38,0	41,51	40,97	40,82	50,0
Gelatine	%	12,0	12,0	13,11	12,94	12,89	15,0
L-Cystin	%	-	-	-	-	0,34	0,4
% RP (in TS) errechnet		46,7	46,7	51,1	50,5	50,4	61,1
LM (g) VB		9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
R		0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
LM (g) ZW		11,1	11,0	10,8	11,2	11,2	12,2
R		0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,0
Relat.		(100)	(99)	(97)	(101)	(101)	(110)
LMZ (g)		1,4	1,3	1,2	1,5	1,5	2,5
R		0,5	0,4	0,3	0,1	0,5	0,6
Relat.		(100)	(93)	(86)	(107)	(107)	(179)
∞		0,99	0,92	0,81	1,04	1,05	1,69
R		0,31	0,29	0,20	0,07	0,31	0,02
Relat.		(100)	(93)	(82)	(105)	(106)	(171)
FVZ (g TS)		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
R		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Relat.		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
FVW (g/kg)		572	524	459	596	604	1016
R		189	173	117	40	184	14
Relat.		(100)	(92)	(80)	(104)	(106)	(178)
Verluste		-	-	-	-	-	-

Tabelle A 27: Wiegeergebnisse Gewicht pro Einzelfisch
 50 Fische pro Becken
 - 3 Wiederholungen
 - Versuch III

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Wiegung Wdh. 1)	14,184	14,250	14,222	14,160	14,284
2)	14,246	14,272	14,348	14,376	14,244
3)	14,262	14,290	14,332	14,294	14,322
$\bar{x}$	14,231	14,271	14,313	14,277	14,283
2. Wiegung Wdh. 1)	19,214	17,002	16,902	14,742	16,458
2)	19,216	16,910	17,426	15,030	16,194
3)	19,140	16,920	16,754	14,942	16,364
$\bar{x}$	19,190	16,944	17,027	14,905	16,339
3. Wiegung Wdh. 1)	24,788	19,996	19,736	16,058	19,316
2)	24,822	19,914	19,900	16,280	19,152
3)	24,784	19,866	19,448	16,020	19,234
$\bar{x}$	24,798	19,925	19,695	16,119	19,234

Tabelle A 28: 2-Wochenenergebnisse, Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und α), Futterverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch III
50 Fische pro Becken - 3 Wiederholungen

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Fischmehl PG 1000	%	61,5	-	-	-	-
Labkasein	%	-	50,0	-	-	-
Säurekasein	%	-	-	50,0	-	-
Eiklarpulver	%	-	-	-	50,0	-
Globulal 70 N	%	-	-	-	-	50,0
L-Cystin	%	-	0,4	0,4	0,4	0,4
Gelatine	%	-	15,0	15,0	15,0	15,0
% RP (in TS) errechnet		46,1	61,1	64,1	63,3	54,8
LM (g) VB		14,2	14,3	14,3	14,3	14,3
R		0,1	0,0	0,2	0,2	0,1
LM (g) ZW		19,2	16,9	17,0	14,9	16,3
R		0,1	0,1	0,7	0,3	0,3
Relat.		(114)	(100)	(101)	(88)	(96)
LMZ (g)		5,0	2,6	2,7	0,6	2,0
R		0,2	0,1	0,6	0,1	0,2
Relat.		(192)	(100)	(104)	(23)	(77)
α		2,16	1,23	1,25	0,31	0,97
R		0,07	0,06	0,26	0,03	0,10
Relat.		(176)	(100)	(102)	(25)	(79)
FVZ (g TS)		3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
R		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Relat.		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
FVW (g/kg)		1312	719	730	169	549
R		50	33	162	17	57
Relat.		(182)	(100)	(102)	(24)	(76)
Verluste		-	-	-	-	-

Tabelle A 29 a: Wiegeergebnisse Gewicht pro Einzelfisch
30 Fische pro Becken
- 5 Wiederholungen
- Versuch IV und V

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1. Wiegung Wdh. 1)	20,927	20,930	21,060	21,050	20,903	20,767
2)	20,940	20,933	20,927	20,887	21,037	20,880
3)	28,857	29,087	20,887	20,877	28,910	20,863
4)	28,857	28,897	28,947	28,870	28,907	28,907
5)	28,987	29,060	28,786	28,783	28,880	29,100
$\bar{x}$	25,714	25,781	24,121	24,093	25,727	24,103
2. Wiegung Wdh. 1)	24,433	24,003	25,447	23,960	25,387	24,543
2)	23,503	22,983	25,093	24,410	23,707	24,750
3)	33,560	32,843	23,523	22,920	34,760	23,060
4)	33,310	33,317	31,843	31,343	33,890	34,060
5)	32,107	32,227	30,690	31,537	33,873	34,374
$\bar{x}$	29,383	29,075	27,319	26,834	30,323	28,157
3. Wiegung Wdh. 1)	28,763	28,117	29,303	28,307	29,850	29,217
2)	26,750	26,560	28,807	28,077	27,083	28,667
3)	38,167	38,070	26,423	26,117	40,797	27,187
4)	38,347	39,080	34,587	34,990	39,650	40,323
5)	36,087	36,527	32,969	34,520	38,980	39,148
$\bar{x}$	33,623	33,671	30,418	30,402	35,272	32,908

Tabelle A 29 b: Wiegeergebnisse Gewicht pro Einzelfisch
 30 Fische pro Becken
 - 5 Wiederholungen
 - Versuch IV und V

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1. Wiegung Wdh. 1)	20,900	20,887	20,910	21,000	20,953	20,916
2)	20,910	20,927	20,860	10,883	20,930	20,897
3)	20,907	28,940	21,000	20,833	28,910	28,770
4)	28,867	28,793	28,873	28,723	29,067	28,880
5)	28,813	28,863	29,050	29,103	28,897	28,893
$\bar{x}$	24,079	25,682	24,139	24,108	25,751	25,670
2. Wiegung Wdh. 1)	25,720	23,887	25,877	25,777	26,893	25,993
2)	24,533	22,573	26,117	26,110	25,483	25,697
3)	23,887	33,633	24,517	24,643	33,673	33,533
4)	32,893	34,397	34,303	33,620	34,233	34,350
5)	34,343	33,380	35,827	34,833	33,663	33,353
$\bar{x}$	28,275	29,574	29,328	28,997	30,789	30,585
3. Wiegung Wdh. 1)	29,993	27,607	29,740	29,987	31,577	31,080
2)	28,120	25,403	29,737	30,713	29,037	30,003
3)	27,777	39,983	28,390	28,893	41,103	40,053
4)	38,760	41,203	41,220	40,343	41,527	41,647
5)	39,697	38,620	40,600	39,660	40,103	39,707
$\bar{x}$	32,669	34,563	33,937	33,919	36,669	36,498

Tabelle A 30 a: 2-Wochenenergebnisse, Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und α), Futterverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch IV und V
30 Fische pro Becken - 5 Wiederholungen

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	%	40,0	40,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Gelatine	%	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
L-Cystin	%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Rotbarschöl	%	12,0	15,0	18,0	21,0	12,0	15,0
% RP (in TS)							
errechnet		47,0	47,0	47,0	47,0	56,0	56,0
LM (g) VB		25,7	25,8	24,1	24,1	25,7	24,1
R		8,1	8,2	8,1	8,0	8,0	8,3
LM (g) ZW		29,4	29,1	27,3	26,8	30,3	28,2
R		10,1	10,3	6,8	8,6	11,1	11,3
Relat.		(100)	(99)	(93)	(91)	(103)	(96)
LMZ (g)		3,7	3,3	3,2	2,7	4,6	4,1
R		2,1	2,4	2,5	1,5	3,2	3,1
Relat.		(100)	(89)	(86)	(73)	(124)	(111)
α		0,96	0,86	0,93	0,79	1,17	1,10
R		0,38	0,35	0,90	0,53	0,54	0,50
Relat.		(100)	(90)	(97)	(82)	(122)	(115)
FVZ (g TS)		6,7	6,7	6,3	6,3	6,7	6,2
R		2,0	2,1	2,4	2,1	2,1	2,1
Relat.		(100)	(100)	(94)	(94)	(100)	(93)
FVW (g/kg)		549	489	536	451	686	646
R		228	215	559	320	339	321
Relat.		(100)	(89)	(98)	(82)	(125)	(118)
Verluste		-	-	-	-	-	-

Tabelle A 30 b: 2-Wochenenergebnisse, Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und ∞), Futtermittelverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch IV und V
30 Fische pro Becken - 5 Wiederholungen

Code-Nr.		(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Labkasein	%	50,0	50,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Gelatine	%	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
L-Cystin	%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Rotbarschöl	%	18,0	21,0	12,0	15,0	18,0	21,0
% RP (in TS) errechnet		56,0	56,0	65,5	65,5	65,5	65,5
LM (g) VB		24,1	25,7	24,1	24,1	25,8	25,7
R		8,0	8,1	8,2	8,3	8,1	8,0
LM (g) ZW		28,3	29,6	29,3	29,0	30,8	30,6
R		10,5	11,8	11,3	10,2	8,8	8,7
Relat.		(96)	(101)	(100)	(99)	(105)	(104)
LMZ (g)		4,2	3,9	5,2	4,9	5,0	4,9
R		2,6	4,0	3,3	1,9	1,4	1,0
Relat.		(114)	(105)	(141)	(132)	(135)	(132)
∞		1,16	0,98	1,40	1,34	1,32	1,29
R		0,55	0,74	0,51	0,48	0,70	0,54
Relat.		(121)	(102)	(146)	(140)	(138)	(134)
FVZ (g TS)		6,2	6,7	6,3	6,3	6,7	6,7
R		2,1	2,1	2,1	2,2	2,0	2,1
Relat.		(93)	(100)	(94)	(94)	(100)	(100)
FVW (g/kg)		677	566	831	791	776	757
R		353	445	326	308	453	343
Relat.		(123)	(103)	(151)	(144)	(141)	(138)
Verluste		-	1	, -	-	-	-

Tabelle A 31 a: Wiegeergebnisse Gewicht pro Einzelfisch
30 Fische pro Becken
- 3 Wiederholungen
- Versuch VI

Teil A

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1. Wiegung Wdh. 1)	40,307	40,403	40,143	40,307	40,413	40,307
2)	40,103	40,423	40,393	40,237	40,130	40,137
3)	40,373	40,037	40,337	40,110	40,260	40,483
$\bar{x}$	40,261	40,288	40,291	40,218	40,268	40,309
2. Wiegung Wdh. 1)	47,187	47,533	48,010	48,120	47,333	49,187
2)	46,640	47,160	47,413	47,920	47,710	48,100
3)	46,240	47,287	47,873	47,653	47,237	47,547
$\bar{x}$	46,689	47,327	47,765	47,898	47,427	48,278
3. Wiegung Wdh. 1)	54,520	54,313	54,620	54,857	53,707	56,597
2)	53,677	53,760	54,750	54,303	54,343	55,217
3)	51,650	53,440	54,720	54,293	53,770	55,350
$\bar{x}$	53,282	53,838	54,697	54,484	53,940	55,721

Tabelle A 31 b: - Versuch VI - Teil B

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)
1. Wiegung Wdh. 1)	40,355	40,340	40,565
2)	40,505	40,325	40,475
3)	39,955	40,520	40,090
$\bar{x}$	40,272	40,395	40,377
2. Wiegung Wdh. 1)	46,620	46,170	45,790
2)	47,870	48,045	46,405
3)	46,630	49,355	47,570
$\bar{x}$	47,040	47,857	46,588
3. Wiegung Wdh. 1)	53,245	55,140	50,185
2)	55,880	57,390	52,975
3)	54,110	58,850	56,695
$\bar{x}$	54,412	57,127	53,285

Tabelle A 32 a: 2-Wochenenergebnisse, Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und α), Futtermittelverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch VI
30 Fische pro Becken - 3 Wiederholungen

Teil A

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Labkasein	%	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Gelatine	%	-	0,2	0,4	0,6	-	-
DL-Methionin	%	-	-	-	-	0,2	0,6
Fischprotein-							
konz.	%	-	-	-	-	-	-
AS-Mischung	%	-	-	-	-	-	-
% RP (in TS)							
errechnet		46,6	46,7	46,9	47,0	46,7	47,0
LM (g) VB		40,3	40,3	40,3	40,2	40,3	40,3
R		0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
LM (g) ZW		46,7	47,3	47,8	47,9	47,4	48,3
R		0,9	0,4	0,6	0,5	0,5	1,6
Relat.		(100)	(101)	(102)	(103)	(101)	(103)
LMZ (g)		6,4	7,0	7,5	7,7	7,1	8,0
R		1,0	0,5	0,8	0,3	0,7	1,8
Relat.		(100)	(109)	(117)	(120)	(111)	(125)
α		1,06	1,16	1,22	1,26	1,18	1,30
R		0,16	0,09	0,14	0,03	0,10	0,27
Relat.		(100)	(109)	(115)	(119)	(111)	(123)
FVZ (g TS)		10,5	10,5	10,5	10,4	10,5	10,5
R		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Relat.		(100)	(100)	(100)	(99)	(100)	(100)
FVW (g/kg)		614	672	714	734	684	760
R		97	57	84	23	66	176
Relat.		(100)	(109)	(116)	(120)	(111)	(124)
Verluste		-	-	-	-	-	-

Tabelle A 32 b: 2-Wochenenergebnisse, Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und α), Futtermittelverzehr
(FVZ) und Futterverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch VI
20 Fische pro Becken - 3 Wiederholungen

Teil B

Code-Nr.		(7)	(8)	(9)
Labkasein	%	60,0	50,0	30,0
Gelatine	%	10,0	10,0	10,0
L-Cystin	%	0,4	0,4	-
DL-Methionin	%	-	-	-
Fischprotein- konz.	%	-	10,0	-
AS-Mischung	%	-	-	35,21
% RP (in TS) errechnet		65,1	64,9	65,2
LM (g) VB		40,3	40,4	40,4
R		0,6	0,2	0,5
LM (g) ZW		47,0	47,9	46,6
R		1,3	3,2	1,8
Relat.		(100)	(102)	(99)
LMZ (g)		6,7	7,5	6,2
R		1,1	3,0	2,3
Relat.		(100)	(112)	(93)
α		1,12	1,22	1,03
R		0,16	0,45	0,36
Relat.		(100)	(109)	(92)
FVZ (g TS)		10,5	10,5	10,5
R		0,1	0,0	0,1
Relat.		(100)	(100)	(100)
FVW g/kg)		647	711	593
R		100	282	223
Relat.		(100)	(110)	(92)
Verluste		-	-	-

Tabelle A 33: Wiegeergebnisse Gewicht pro Einzelfisch
 35 Fische pro Becken
 - 5 Wiederholungen
 - Versuch VII

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1. Wiegung Wdh. 1)	7,409	7,513	7,463	7,394	7,429	7,479
2)	7,457	7,400	7,426	7,431	7,466	7,511
3)	7,391	7,435	7,417	7,486	7,374	7,506
4)	7,497	7,474	7,486	7,491	7,491	7,400
5)	7,440	7,434	7,409	7,568	7,460	7,600
$\bar{x}$	7,439	7,451	7,440	7,474	7,444	7,499
2. Wiegung Wdh. 1)	9,094	8,200	7,931	8,160	7,980	7,850
2)	9,189	8,103	7,911	8,337	8,251	7,980
3)	9,312	8,082	8,031	8,140	7,903	8,137
4)	8,506	7,589	7,777	8,097	7,629	7,526
5)	8,529	7,586	7,729	8,162	7,766	7,788
$\bar{x}$	8,926	7,912	7,876	8,179	7,906	7,856
3. Wiegung Wdh. 1)	11,323	9,491	8,900	9,609	9,280	8,744
2)	11,451	9,294	8,894	9,883	9,491	8,966
3)	11,818	9,056	8,889	9,569	9,377	9,063
4)	9,963	8,314	8,403	9,103	8,789	8,197
5)	9,840	8,306	8,303	9,191	8,757	8,629
$\bar{x}$	10,897	8,892	8,678	9,471	9,139	8,720

Tabelle A 34: 2-Wochenergebnisse, Lebendmasse (LM)
Wachstum (LMZ und α), Futtermittelverzehr
(FVZ) und Futtermittelverwertung (g LMZ/kg
Futter TS) - Versuch VII
35 Fische pro Becken - 5 Wiederholungen

Code-Nr.		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
FPC	%	50	-	-	-	-	-
Labkasein	%	-	38	-	60	60	60
Eiklar	%	-	-	60	-	-	-
DL-Methionin	%	-	-	-	0,6	0,6	0,6
Arginin	%	-	-	-	-	1	-
Gelatine	%	-	12	.	10	10	10
% RP (in TS) errechnet		44,6	46,7	57,1	65,2	67,4	65,2
LM (g) VB		7,4	7,5	7,4	7,5	7,4	7,5
R		0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
LM (g) ZW		8,9	7,9	7,9	8,2	7,9	7,9
R		0,8	0,6	0,3	0,2	0,6	0,6
Relat.		(113)	(100)	(100)	(104)	(100)	(100)
LMZ (g)		1,5	0,4	0,5	0,7	0,5	0,4
R		0,9	0,6	0,3	0,3	0,6	0,5
Relat.		(375)	(100)	(125)	(175)	(125)	(100)
α		1,30	0,43	0,41	0,65	0,43	0,33
R		0,75	0,54	0,30	0,29	0,59	0,46
Relat.		(302)	(100)	(95)	(151)	(100)	(77)
FVZ (g TS)		1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5
R		0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
Relat.		(93)	(100)	(93)	(93)	(93)	(100)
FVW (g/kg)		1019	302	301	484	319	244
R		592	379	223	227	447	350
Relat.		(337)	(100)	(100)	(160)	(106)	(81)
Verluste		- a)	5 b)	-	1	-	2 c)

Anmerkungen zu Tabelle A 34:

- a) In einem Becken von Ration 1 wurden zu VB nur 34 Fische eingesetzt.
- b) In einem Becken von Ration 2 wurden zu VB nur 34 Fische eingesetzt.
- c) In einem Becken von Ration 6 wurden zu VB nur 34 Fische eingesetzt.

D a n k s a g u n g

Am Ende dieser Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. J. Gropp für die Überlassung des Themas, die stets gewährte Unterstützung bei der Versuchsplanung sowie der Fertigstellung der vorliegenden Arbeit herzlich danken.

Für die Hilfe bei der Aufarbeitung der Proben sowie bei der Betreuung der Fische möchte ich Frau E. Stadler und Herrn W. Bunge herzlich danken.

Ferner möchte ich Frau Dr. A. Schwalb-Bühling für ihre Ratschläge danken.

Lebenslauf

Name: Martin Maximilian Reiter

Geburtsdatum: 04.05.1954

Geburtsort: Grafenwöhr

Schulbesuch:

1960 - 1964 Grundschule Grafenwöhr

1964 - 1973 Gymnasium Eschenbach/Opf.

Juni 1973 Schulabschluß
Zeugnis der Reife
in Eschenbach/Opf.

Jan. 1974 - Mai 1975 Zivildienst

Berufstätigkeit:

1975 - 1977 Mitarbeit im väterlichen Betrieb

Studium:

1977 - 1983 Studium der Tiermedizin an der
Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

Juni 1983 Studienabschluß, Staatsexamen

Juli 1983 Approbation durch das Bayerische
Staatsministerium des Inneren

